

**NOTIONS DE
PHYSIOLOGIE SPORTIVE
APPLIQUEE A LA SURVEILLANCE
BIOLOGIQUE ET FONCTIONNELLE
DES CHIENS D'AVALANCHE**

**STAGES NATIONAUX
CHAMONIX 1975 - 1976**

T H E S E

présentée

à l'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD de LYON
(Médecine et Pharmacie)

et soutenue publiquement le 28 juin 1976

pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Marie-Noëlle ISSAUTIER - LIMONNE

née le 11 décembre 1949 à LYON (4e)



PERSONNEL ENSEIGNANT DE
L'ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE LYON

Directeur : Monsieur le Professeur FROGET.

Directeurs Honoraires : Messieurs les Professeurs JUNG,
TAPERNOUX, FLORIO.

P R O F E S S E U R S

1° - Pharmacie et Toxicologie	M. LORGUE
2° - Anatomie descriptive - Extérieur - Anatomie appliquée	M. BARONE
3° - Physiologie - Thérapeutique - Pharmacodynamie	M. BOST
4° - Histologie - Embryologie - Anatomie pathologique	M. LUCAM
5° - Hygiène et Industrie des aliments d'origine animale	M. FLACHAT
6° - Parasitologie et Maladies parasitaires . . .	M. EUZEBY
7° - Pathologie médicale des équidés et des carnivores - Législation vétérinaire	M. FONTAINE
8° - Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour	M. COTTEREAU
9° - Technique chirurgicale - Pathologie chirurgicale	M. COULON
10° - Obstétrique - Pathologie de la Reproduction	M. BERTRAND
11° - Pathologie générale - Microbiologie - Immunologie	M. OUDAR
12° - Ethnologie - Zootechnie - Economie rurale .	M. FROGET
13° - Botanique appliquée - Agronomie - Alimentation	M. WOLTER
14° - Physique et chimie biologiques et médicales	M. MAGAT
15° - Maladies contagieuses - Zoonoses - Législation sanitaire	M. JOUBERT

P R O F E S S E U R S S A N S C H A I R E

M. FERNEY (Détaché à l'Institut de Médecine et Sciences Vétérinaires de DAKAR).

MM. CHANTEGRELET, JEAN-BLAIN, LAPRAS.



M A I T R E S D E C O N F E R E N C E S

MM. BOIVIN, DELATOUR, DESCHANEL, LE NIHOUANNEN.

M A I T R E S A S S I S T A N T S A G R E G E S

MM. GASTELLU, MOUTHON

M A I T R E S A S S I S T A N T S

Mme CHAUVE, MM. DALBIEZ, FARGES, FRANCK, GEVREY, KECK, Mle LAVAL,
MM. LEGEAY, PRAVE, RICHARD.

A S S I S T A N T S

MM. CHERMETTE, DESCHEPPER, Mle DOMENEC, MM. FAU, HALGRAIN, GOUY,
HARS, HEANEY, LABE, LENNOZ, Mme LENNOZ, MM. LIEVRE,
PAYAN, SCLAVON.

E X A M I N A T E U R S D E L A T H E S E

Président : M. le Professeur Claude LAPRAS, Neuro-Chirurgien à
l'Hôpital Neurologique de LYON.

Premier assesseur : M. le Professeur Michel LAPRAS de l'Ecole
Nationale Vétérinaire.

Deuxième assesseur : M. le Professeur OUDAR de l'Ecole Nationale
Vétérinaire.

L'Université Claude Bernard (Médecine-Pharmacie) de LYON et
l'Ecole Nationale Vétérinaire de LYON, déclarent que les opinions
émises dans les dissertations qui leur sont présentées, doivent
être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'en-
tendent leur donner ni approbation, ni improbation.

A TOUS CEUX QUI, EN 1966-67, M'ONT AIDEE A NE PAS
MOURIR, APPRIS L'AMITIE, DONNE LA VOLONTE
ET LA JOIE DE VIVRE.

A GILLES, EN TEMOIGNAGE DE NOTRE AMOUR

A NOS PETITS GARCONS PATRICK ET THIERRY-GUILLAUME

A KATHY, QUI A GUIDE MES PAS VERS LA PHYSIOLOGIE SPORTIVE

A MES PARENTS QUI, MALGRE DE NOMBREUSES DIFFICULTES,
M'ONT AIDEE A FRANCHIR LES OBSTACLES POUR
REALISER UN REVE D'ENFANT

Qu'ils trouvent dans ce modeste travail la récom-
pense de leurs efforts et l'affectueuse reconnais-
sance que je leur voue.

A NOTRE PRESIDENT DE THESE
MONSIEUR LE PROFESSEUR CLAUDE LAPRAS
Neurochirurgien à l'Hôpital Neurologique de Lyon,

Nous espérons que sa connaissance des problèmes liés à la montagne lui fera accueillir ce travail avec bienveillance. Nous le remercions pour l'honneur qu'il nous fait de présider le jury de cette thèse.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR MICHEL LAPRAS

Sa confiance, sa disponibilité, ses conseils et ses encouragements nous ont été d'une aide précieuse.

Nous lui exprimons toute notre gratitude pour l'honneur qu'il nous a fait en assurant la responsabilité de ce travail.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR JEAN OUDAR

Nous le remercions de nous avoir intéressé à la microbiologie digestive canine.

Nous lui sommes reconnaissant d'avoir bien voulu siéger parmi nos juges.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR R. FLANDROIS
Laboratoire de Physiologie sportive, UER Cl. Bernard, LYON)

Ses conseils et ses écrits nous ont guidé dans la
découverte de la physiologie de l'exercice muscu-
laire.

Nous lui exprimons toute notre reconnaissance.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR Y. MINAIRE
Laboratoire de Physiologie, UER Cl. Bernard, LYON)

Il nous a réservé le meilleur accueil au laboratoire
de Physiologie et a orienté de façon déterminante
nos lectures dans un domaine inconnu pour nous.
Nous sommes heureux de pouvoir lui adresser ici
nos plus vifs remerciements.

A MONSIEUR A. FREMINET
I.N.S.E.R.M., Centre d'Orsay.

Sa connaissance des problèmes liés à l'altitude
nous fut d'une aide précieuse.
Nous le remercions vivement de ses conseils et
de ses encouragements.

A MONSIEUR DANIEL MICHEL
Laboratoire d'Analyses de Chamonix)

Nous avons apprécié, au cours du stage, son accueil
et sa disponibilité. Il a collaboré à la réalisation
technique de ce travail. Qu'il soit assuré de notre
reconnaissance et de notre sympathie.

A V A N T - P R O P O S

Les observations, les enregistrements, les prélèvements et les analyses sur lesquels repose ce travail ont pu être effectués grâce à l'accord et avec l'aide des maître-chiens, la compréhension et la gentillesse du Directeur et du personnel d'encadrement du stage, la compétence et la collaboration des professeurs et des techniciennes des laboratoires de l'Ecole Vétérinaire.

Nous exprimons à chacune de ces personnes, ainsi qu'à tous nos amis montagnards que nous ne pouvons citer ici, notre sincère gratitude.

"Le savoir qui compte est celui qu'on se
donne soi-même, par curiosité naturelle,
passion de connaître".

Paul LEAUTAUD

I N T R O D U C T I O N

Les notions essentielles relatives à la physiologie sportive des chiens sont presque absolument inconnues des utilisateurs de ces animaux. La nécessité d'une surveillance médicale dont les modalités sont encore à préciser est généralement admise par les propriétaires de lévriers de course, mais elle n'est pas toujours soupçonnée par les conducteurs de bergers allemands en pistage ou en opération de secours en montagne, alors qu'il est demandé à ces chiens des efforts intenses et soutenus.

L'entraînement, c'est-à-dire la répétition d'un type d'exercice musculaire donné se caractérise par une augmentation de la capacité à réaliser cet exercice et de l'endurance du sujet. Nous verrons qu'il se traduit non seulement par des ajustements respiratoires et cardio-vasculaires, mais aussi par des modifications dans la composition même des muscles actifs.

De plus, le séjour en altitude s'accompagne de variations physiologiques et hématologiques étudiées par les médecins mais ignorées par les vétérinaires canins.

En outre, le chien présente en milieu neigeux une pathologie oculaire et surtout digestive très particulière.

Aussi en l'absence, jusqu'à ce jour, d'études réalisées sur le travail musculaire du chien en altitude, et motivée par le désir de remédier aux troubles digestifs, nous nous proposons d'exercer une surveillance biologique et fonctionnelle sur les chiens formés et entraînés à Chamonix pour la recherche en avalanche.

Cependant, le caractère même du stage de formation des chiens d'avalanche ne se prête guère à des études scientifiques rigoureuses et poussées. S'il est possible de recréer en laboratoire des conditions de froid ou d'hypoxie, il est difficile d'utiliser sur des terrains d'entraînement des instruments scientifiques complexes et délicats. En outre, les sujets étudiés (Bergers allemands), travaillant en vue de l'obtention d'un brevet de capacité, ne constituent pas un matériel d'expérimentation facile à manipuler.

Aussi, notre méthode de travail s'inspirera de celle des praticiens de médecine sportive, plus particulièrement de celle des médecins participant à des expéditions en montagne qui, tout en veillant sur la santé des athlètes réalisent des tests élémentaires, des électrocardiogrammes, des prélèvements sanguins, en vue d'examens hématologiques et biochimiques, pour contrôler la condition physique et essayer de comprendre simplement les phénomènes d'adaptation de l'organisme à l'effort, au froid, à l'altitude.

P r e m i è r e P a r t i e

DONNEES GENERALES CONCERNANT LA PHYSIOLOGIE
SPORTIVE DU CHIEN DE MONTAGNE

C h a p i t r e I

PHYSIOLOGIE DE L'EXERCICE MUSCULAIRE

I - Energétique musculaire.

II - Processus aérobie - anaérobie.

III - La circulation.

IV - Substrats utilisés.

V - La régulation thermique.

Note : Nous avons essayé de résumer simplement et clairement sur ce point particulier les connaissances actuelles.

I - Notions concernant l'énergétique musculaire.

"Les organismes vivants, comme les machines sont soumis à la loi de conservation de l'énergie et doivent compenser chacune de leurs activités par une augmentation de leur métabolisme". BALDWIN (1967).

Dans la machine humaine, les fibres musculaires représentent les pistons. Si on met en présence du carburant et l'étincelle nécessaire à sa dégradation, on voit qu'une fraction de l'énergie fait mouvoir les pistons et que l'autre se transforme en chaleur et en déchets.

Pendant longtemps on a cru que la contraction musculaire puisait directement son énergie dans la dégradation du glycogène. En fait, c'est la décomposition explosive du nucléotide acide adénosine triphosphorique (A.T.P.) qui est directement responsable du phénomène de la contraction.

2 réactions { A.T.P. ————— A.D.P. + H_3PO_4 + 7000 calories
couplées { Phosphagène ——— Créatine + H_3PO_4 + 8000 calories

Comme la quantité d'A.T.P. présente dans les muscles est très faible, l'existence d'un système de reconstitution immédiate des molécules détruites s'avère nécessaire pour permettre le moindre exercice. Ce système se compose de trois sortes de processus biochimiques :

- 1°) Processus aérobie : grâce à des réactions oxydatives utilisant l'oxygène, on assiste à la dégradation complète jusqu'en eau et gaz carbonique de très nombreuses molécules d'origine glucidique (glycogène, glucose, acide lactique), d'origine lipidique (acides gras libres), voire même protidique. Le rendement de la production d'A.T.P. est excellent = 39 A.T.P. pour une molécule de glucose.
- 2°) Processus anaérobie lactique : la dégradation ici incomplète du glycogène n'utilise pas d'oxygène et aboutit, après le stade de l'acide pyruvique, à la production de son métabolite l'acide lactique. Le rendement est alors médiocre 2 A.T.P. pour une molécule de glucose.
- 3°) Processus anaérobie alactique : il produit, en l'absence d' O_2 , de l'A.T.P. par simple transfert de pyrophosphate entre une molécule énergétique de réserve appelée phosphocréatine et A.D.P. sans élaboration d'acide lactique.

On constate donc que :

- 1°) la production aérobie constitue une source d'énergie illimitée dans la mesure où la circulation sanguine permet à la fois un apport continu d'oxygène et de matériaux énergétiques

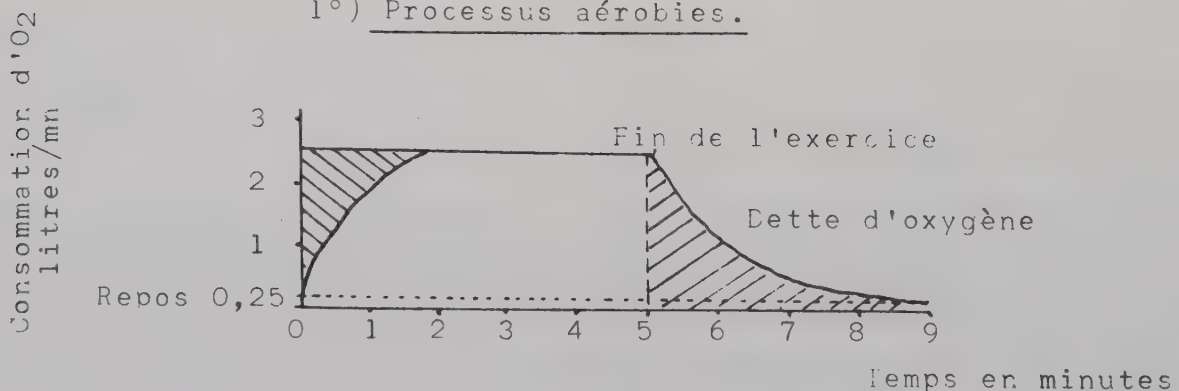
aux cellules musculaires et l'évacuation de CO_2 produit. Mais cette source a un débit limité : la puissance de la production énergétique aérobie ne peut en effet dépasser la valeur qu'autorise à chaque instant le débit d'oxygène apporté aux muscles actifs par l'intermédiaire des systèmes respiratoires et cardiovasculaires.

- 2°) La production anaérobie ne dépend, elle, que des vitesses de réactions biochimiques intéressées, mais elle représente une source limitée d'énergie. Au cours d'exercices intenses, d'une part la phosphocréatine musculaire est rapidement épuisée, d'autre part on assiste à une accumulation, dans les muscles et dans le sang, d'acide lactique qui entraîne, à brève échéance, des perturbations physicochimiques empêchant la poursuite de l'exercice. On doit considérer cette production anaérobie comme une réserve d'énergie disponible à tout instant pour compléter la production aérobie.

Cela est confirmé par le fait que le processus aérobie se poursuit quelque temps après la fin de l'effort pour resynthétiser la phosphocréatine utilisée, et permettre l'élimination de l'acide lactique. La quantité d'oxygène nécessaire à cette réaction correspond alors à ce que l'on appelle la "dette d'oxygène". "La dette d'oxygène", terme créé en 1925 par le physiologiste britannique A.V. HILL, exprime le déficit d'absorption d'oxygène qui se produit pendant l'exercice, et qui doit être comblé après le travail. "La dette d'oxygène" peut se définir aussi comme le supplément de la consommation d'oxygène après la performance au delà et au dessus de la consommation d'oxygène au repos.

II - Processus aérobie-anaérobies.

1°) Processus aérobie.



Au cours des premières minutes de l'exercice, la consommation d'oxygène augmente puis se stabilise lorsqu'elle a atteint le niveau qui lui permet de satisfaire les besoins des tissus. Une fois l'exercice terminé, on observe une diminution progressive de la consommation d'oxygène qui correspond au paiement de la "dette d'oxygène".

Le schéma montre :

- l'accroissement de la consommation d'oxygène lors des premières minutes de l'exercice. Cette augmentation lente s'explique par l'inertie due à l'adaptation du système de transport de l'oxygène : appareil circulatoire et respiratoire.
- un plateau qui correspond à un apport d'oxygène égal à son utilisation au niveau des tissus. A ce moment, le débit et la fréquence cardiaque ainsi que la ventilation pulmonaire se sont adaptés et restent à des niveaux pratiquement constants. L'apport d'oxygène répond parfaitement aux besoins des tissus : l'acide lactique ne s'accumule pas.
- un retour progressif de la consommation d'oxygène à son niveau de repos après la fin de l'exercice : (paiement de la dette d'oxygène). Ceci s'explique par :
 - .. la reconstitution des stocks d'oxygène de l'organisme.
 - .. la transformation des métabolites anaérobies par des processus aérobie.
 - .. l'élévation du métabolisme due d'une part à la hausse de la température tissulaire, d'autre part par une libération accrue d'adrénaline.
 - .. l'augmentation de la demande d'oxygène au niveau des muscles respiratoires et cardiaques.

Les activités habituelles répondent à ce schéma.

2°) Processus anaérobies.

Lors d'exercices d'intensité modérée, les processus anaérobies sont responsables de la libération d'énergie au début de l'exercice pendant la phase d'inertie des processus aérobie.

Pendant cette phase, de l'acide lactique se forme et passe dans le sang : on le trouve dans le sang veineux qui irrigue les muscles en activité et quelquefois même dans le sang artériel.

En physiologie sportive, on parle d'exercice modéré quand la puissance fournie correspond à une augmentation d'oxygène supérieure à 50 % de la consommation maximale de l'individu au repos et que l'exercice se poursuit pendant plusieurs minutes : la consommation d'oxygène nécessite un appareillage précis et encombrant difficilement utilisable sur les chiens d'avalanche à l'entraînement. On ne peut donc typer les entraînements par cette méthode.

Si l'exercice est plus intense, la part des processus anaérobies devient plus importante. Et l'acide lactique, bien qu'il soit partiellement tamponné par les bicarbonates du sang, abaisse le pH sanguin (après un effort très intense, le pH peut descendre jusqu'à 7) ce qui stimule la respiration : on a une hyperpnée, parfois même une dyspnée. KEUL et coll. (1967) ont trouvé dans des échantillons de sang prélevés au repos et pendant l'exercice, en période d'équilibre ou lors d'efforts maximaux, une très forte corrélation entre la concentration sanguine du lactate et la valeur du pH, de même qu'entre la somme des concentrations de lactate et de pyruvate et la concentration des bicarbonates. On attribue environ à 95 % de la diminution de la concentration sanguine des bicarbonates à l'élévation de la concentration du lactate et du pyruvate. Les 5 % restants sont dûs à l'augmentation sanguine des acides gras libres. C'est pourquoi le dosage des bicarbonates sanguins serait très intéressant pour typer les entraînements.

Lors d'un exercice intense prolongé, la balance hydrique peut être perturbée (Na, K), les stocks d'énergie disponible glycogène en particulier (glycémie) peuvent s'abaisser jusqu'à un seuil critique. Il a été montré que l'impression de fatigue manifestée lors d'un effort musculaire intense coïncide avec une chute de la glycémie et avec un épuisement des réserves glycogéniques au niveau du muscle en activité. En fait, si on a remarqué cette coïncidence, on n'a jamais pu établir une corrélation parfaite entre l'apparition de la fatigue chez le sujet, ou la diminution de la capacité à réaliser une performance, et la modification des paramètres physiologiques étudiés tels que : la glycémie, la consommation maximale d'oxygène, le débit cardiaque, la concentration sanguine en lactate.

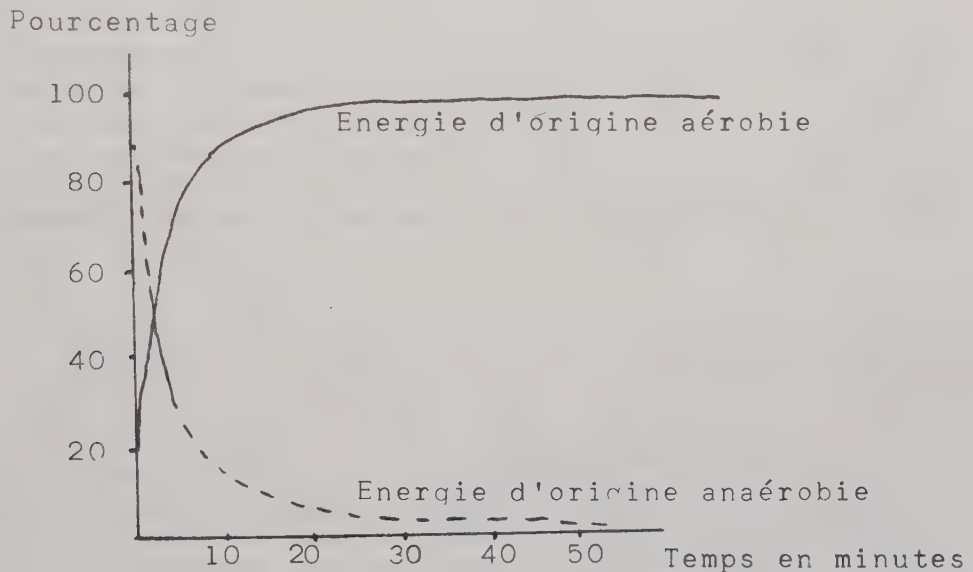
Certains Bergers Allemands travaillent sans aucun symptôme de fatigue, alors que d'autres semblent supporter plus difficilement l'entraînement. Il nous apparaît souhaitable de mettre en parallèle la forme physique des chiens et certains paramètres précités. Nous constaterons alors peut-être la même coïncidence (apparition de fatigue-chute de glycémie).

Mais nous mettrons sans doute en évidence que, comme pour un athlète, un des facteurs déterminant de la prolongation de l'effort, malgré les seuils de fatigue atteints par les paramètres sanguins, reste la motivation.

Mais, alors que chez l'homme la motivation repose sur des bases complexes, variables d'un individu à l'autre, la motivation du chien réside essentiellement dans l'amour qu'il porte à son maître et au besoin de le satisfaire en effectuant le travail exigé.

3°) Rapport entre les deux.

- Au début de tout exercice, quel que soit son type, et pendant l'exercice intense, on observe un écart entre les besoins énergétiques et l'énergie apportée par les processus aérobies. L'énergie anaérobie intervient donc, et la plus grande partie de celle-ci est libérée grâce à la dégradation du glycogène en acides lactique et pyruvique.
- Lorsque la durée de l'exercice n'excède pas deux minutes, l'apport d'énergie anaérobie est supérieur à celui d'origine aérobie. Pour une durée de deux minutes, l'importance des deux sources est équivalente, puis la poursuite du travail entraîne la participation de l'énergie aérobie.



Contribution relative exprimée en pour 100 de l'apport total d'énergie des processus aérobies et anaérobies lors d'exercices maximaux de durées différentes (jusqu'à 60 minutes) chez un individu possédant une puissance élevée pour les deux types de processus. On peut noter que pour un exercice normal de deux minutes, les deux courbes se croisent au niveau de 50 %, ce qui indique que les deux processus interviennent de façon équivalente. (Manuel de Physiologie - Aptitude physique, p. 282, fig. 911).

- Lorsque l'intensité du travail du sujet devient supérieure à sa puissance maximale aérobie, son déficit en oxygène augmente et parallèlement son apport d'énergie aérobie.

4°) Applications pratiques pour le travail des chiens

- Nécessité de l'entraînement et de l'échauffement, l'élévation rapide de la consommation d'oxygène serait un avantage car

l'intervention prompte des processus aérobies empêche l'accumulation d'acide lactique. L'expérience a montré que la consommation d'oxygène et la fréquence cardiaque peuvent être atteints en moins d'une minute dans la mesure où un échauffement suffisant a précédé l'exercice.

- Travail intermittent : lorsque les pauses sont respectées, la circulation assure correctement les besoins en oxygène et en composés riches en énergie, ainsi que l'évacuation des déchets ; l'intensité de l'effort doit être inversement proportionnelle à sa durée. L'alternance de phases d'activité et de repos permet alors au travail d'être maintenu dans des conditions aérobies pendant de longues périodes.
- Après effort : NEWMAN et coll. ont montré que l'acide lactique accumulé dans l'organisme à la fin d'un exercice épuisant disparaissait plus rapidement si, pendant sa récupération, l'individu fournissait un effort d'intensité faible n'entraînant pas de formation d'acide lactique comme substrat énergétique ainsi que par l'augmentation du débit sanguin qui accélère alors le transfert de l'acide lactique vers les organes où il est transformé. Mais on ne connaît que très imparfaitement la destinée de l'acide lactique produit lors de l'exercice intense.

III - La circulation.

1°) Définitions.

- Fréquence cardiaque : nombre de contractions ventriculaires par minute déterminé soit à partir d'un électrocardiogramme ou d'un enregistrement des variations artérielles, soit à l'aide d'un stéthoscope ou par palpation cardiaque.
- Le pouls (exprimé en nombre d'ondes/minute) est la fréquence des ondes de pression qui se propagent le long des artères périphériques, telles que les artères carotides, fémorales ou caudales. Chez les sujets normaux et en bonne santé, le pouls et la fréquence cardiaque sont identiques, mais ceci peut ne pas être le cas chez les sujets souffrant d'arythmie.
- Le débit cardiaque est le volume de sang éjecté par unité de temps dans l'artère principale par chaque ventricule. On le représente par Q et on l'exprime en litre/minute. Les débits droit et gauche sont à peu près identiques.
- La consommation d'oxygène est le volume d'oxygène (0° C et 750 mg de Hg/sec.) extrait par unité de temps de l'air expiré. On l'exprime en litre/minute ($\dot{V}O_2$). Dans la mesure où sa teneur, dans l'organisme demeure constante au cours de la période de détermination, la consommation d' O_2 est égale au volume d' O_2 utilisé lors de l'oxydation métabolique des aliments.

2°) La réponse circulatoire (TAYLOR - 1972 -
HOLLOSKY - 1973).

Schématiquement, on distingue quatre étapes dans la réponse circulatoire.

- Au repos : les muscles squelettiques reçoivent 15 % du débit cardiaque et les artérioles sont maintenues en constriction grâce à une activité vasomotrice continue et à un tonus vasculaire (réflexe spontané). Un petit nombre de capillaires sont ouverts, mais pris individuellement, chaque capillaire s'ouvre et se ferme alternativement. La fréquence cardiaque reste à un niveau assez bas sous l'influence de l'activité parasympathique du nerf pneumogastrique.
- Au début de l'exercice et même avant son commencement, il se produit une inhibition de l'activité parasympathique et une augmentation de l'activité sympathique. Une fois libéré de son inhibition, le coeur bat plus rapidement et avec une énergie accrue. Des influx du système nerveux central transmis par les fibres cholinergiques vasodilatatrices dilatent les artérioles musculaires et accroissent de ce fait le débit sanguin à leur niveau.
Par ailleurs, les fibres sympathiques adrénérergiques exercent leur action constructive sur les vaisseaux de la peau et des organes abdominaux. De cette façon, le débit cardiaque se trouve réduit dans ces régions. En réponse à l'action de ces dernières fibres, les veines diminuent leur calibre. Cette veinokonstriction associée à l'effet de pompe exercée par les muscles et aux mouvements de respiration forcée, facilitent le retour du sang au coeur et permet ainsi l'augmentation du débit cardiaque.
- Des adaptations circulatoires apparaissent : au niveau des muscles en contraction, l'augmentation du métabolisme détermine une variation du pH et de la composition du liquide extracellulaire, ce qui provoque une dilatation des capillaires et des artérioles qui n'avaient pas déjà subi l'action des fibres sympathiques vasodilatatrices.
Ce contrôle local du débit est primordial pour assurer un apport sanguin efficace aux muscles en activité. De plus, au cours de l'exercice, les ions potassium provenant de l'espace intracellulaire atteignent une concentration extracellulaire très importante et renforcent la dilatation.
D'autre part, les métabolites rejetés par le muscle situé dans le liquide interstitiel sont responsables d'une hyperosmolarité. Ce changement de milieu dans lequel baigne les fibres libres des vaisseaux sanguins entraînerait une inhibition du tonus vasculaire.
Cette vasodilatation initiale prépare les muscles à l'exercice et permet aux artérioles et méta-artérioles de faire arriver au contact de l'entrée des capillaires une plus grande quantité

de sang. Dans les régions où le métabolisme s'accroît, les sphincters capillaires se relâchent, et ainsi immédiatement les vaisseaux nutritifs sont abondamment perfusés.

Après une dizaine de secondes, l'activité sympathique vasodilatatrice cesse : au niveau des muscles en activité les vaisseaux restent ouverts, mais au niveau des muscles au repos, les artérioles se contractent sous l'influence à nouveau prépondérante des fibres sympathiques vasoconstrictives. On ignore si les fibres dilatatoires jouent leur rôle, lorsque l'intensité du travail augmente ou lorsque le sujet fait appel à de nouveaux groupes musculaires.

Pendant l'exercice, les vaisseaux sanguins cutanés se dilatent et assurent ainsi le transport de la chaleur produite vers la périphérie de l'organisme. Quand l'exercice s'intensifie, la température environnante s'élève et cette vasodilatation cutanée devient plus importante. Les centres thermorégulateurs hypothalamiques tiennent sous leur dépendance la fréquence des influx pour ces fibres nerveuses, responsables de cette dilatation.

Ces dernières libèrent de l'acétylcholine qui excite les glandes sudoripares. La dilatation du lit vasculaire n'entraîne apparemment aucune augmentation du débit cardiaque. WILLIAMS et coll. (1964) ont montré que le débit cardiaque restait identique que l'exercice soit exécuté en ambiance chaude ou froide.

Par ailleurs, KJELLMER (1965) a montré que l'irrigation sanguine des muscles et la répartition du débit à leur niveau dépendent des besoins métaboliques alors que c'est l'intervention du système nerveux qui évite l'accumulation du sang au niveau des muscles en activité.

3°) Variations des paramètres circulatoires au cours de l'exercice.

a. Débit cardiaque et consommation d'oxygène.

L'influence du travail musculaire sur le débit cardiaque est considérable. L'augmentation des besoins du muscle en oxygène en nécessite un apport accru et une meilleure utilisation. De 4 à 6 l/mn, au repos, le débit cardiaque peut atteindre 20 à 30 l/mn et même davantage. Alors que chez l'homme cette amplification résulte de l'accélération cardiaque et de l'accroissement du volume de l'ondée systolique, il semble que chez le chien l'éjection systolique n'intervienne que très peu. On a principalement une élévation de la fréquence cardiaque (RUSHMER et coll.)

L'amélioration de l'utilisation de l'oxygène transporté par le sang est la conséquence de deux phénomènes principaux :

- au cours de l'exercice, le sang se distribue d'une façon telle que les tissus les plus aptes à extraire de l'oxygène, c'est-à-dire les muscles squelettiques, puissent recevoir 80 à 85 % du débit au lieu de 15 %.

- la courbe de dissociation de l'oxygène est déplacée de façon que la quantité d'oxyhémoglobine réduite pour une pression d'oxygène donnée soit augmentée. La production de chaleur par les cellules en activité, la formation de CO_2 et d'acide lactique facilite le déplacement de cette courbe. Le CO_2 exerce une double action sur la libération de l' O_2 au niveau des tissus, le CO_2 abaisse le pH sanguin et en se combinant avec l'hémoglobine empêche sa liaison avec l' O_2 .

Grâce à ces deux mécanismes (contrôle de circulation et propriété de l'hémoglobine), la consommation d' O_2 peut être multipliée par 20 alors que le débit cardiaque n'est multiplié que par 6.

b. La pression artérielle.

Elle augmente de façon linéaire avec l'élévation de la consommation d'oxygène, parallèlement à l'accroissement de la puissance de l'exercice.

Elle est (facilement) mesurable à l'artère caudale avec un tensiomètre enfant associé à un stéthoscope. Malheureusement, nous n'avions pas de tensiomètre au cours des stages.

c. Le volume cardiaque.

Si les clichés radiographiques visualisent facilement les dimensions du coeur, le calcul du volume cardiaque repose sur des formules plus ou moins empiriques. On peut mettre en relation, sans grand intérêt, le volume sanguin, le volume du coeur, la quantité totale d'hémoglobine et les volumes d'éjection systolique chez les individus jeunes et en bonne santé.

Chez l'Homme, le volume cardiaque calculé sur des clichés radiographiques est supérieur à 900 ml. Chez des athlètes bien entraînés à des activités nécessitant de l'endurance comme les cyclistes, les skieurs de fond, les nageurs, les joueurs de tennis, le volume cardiaque est compris entre 800 et 900 ml.

Il serait intéressant de calculer le volume cardiaque des différentes races formées en chiens d'avalanche (Berger allemand, Saint-Bernard, Berger belge, Doberman) et voir à quel type de sportif on peut respectivement les comparer, toutes proportions gardées.

d. Influence de l'hypoxie.

En exercice modéré, l'hypoxie aiguë élève le débit de la fréquence cardiaque, mais ne modifie pas la consommation d'oxygène.

Au cours de l'exercice maximal, le débit et la fréquence cardiaques, conservent les mêmes valeurs, enregistrés à pression N ou à P = 462 mm de Hg ; cependant, la baisse de pression partielle d'O₂ dans l'air inspiré diminuant, le contenu en O₂ du sang artériel, la consommation maximale d'O₂ est réduite (STEWBERG et coll., 1966).

e. Influence de l'âge.

On remarque, chez les sujets âgés :

- une diminution de la fréquence cardiaque (mesurée lors de l'exercice maximal) du débit cardiaque, de la capacité maximale aérobie.
- une augmentation de la pression sanguine.

f. Influence de l'émotion.

L'émotion peut exercer une influence importante sur la fréquence cardiaque au repos et lors d'exercice submaximal, mais quand l'exercice s'intensifie, les paramètres circulatoires ne sont habituellement plus affectés par les facteurs psychologiques. Le travail en avalanche étant regardé comme un exercice submaximal, le rôle du maître s'avère extrêmement important. Celui-ci devra être très calme pour rassurer, sécuriser son chien afin de lui permettre de réaliser dans les meilleures conditions un travail efficace.

4°) Conclusions.

Au terme de cette étude rapide du système de transport de l'oxygène, nous pouvons constater que la réponse circulatoire au repos et au cours de l'exercice modéré n'est pas uniquement régie par des facteurs métaboliques et que d'autres facteurs peuvent la modifier.

Au cours de l'exercice maximal, la fréquence et le débit cardiaque, la consommation d'oxygène demeurent constants chez le même sujet, que le travail soit exécuté dans une ambiance favorable ou pas. Toutes les fonctions circulatoires qui jouent un rôle important dans l'apport d'oxygène aux muscles en activité, se consacrent uniquement à cette tâche.

Indépendamment des conditions extérieures, on assiste à une vasoconstriction superficielle et même profonde (au niveau des vaisseaux cutanés et splanchniques) et ainsi les muscles qui travaillent disposent de tout le débit cardiaque.

L'exercice maximal qui fait intervenir des groupes musculaires volumineux entraîne aussi des réactions d'adaptation circulatoire favorisant l'irrigation de ces muscles dont le coeur aux dépens de tous les autres tissus à l'exception du système nerveux central.

Toutes ces adaptations nécessaires à l'effort demandé n'entraînent aucune conséquence pathologique dans un organisme sain et un peu entraîné. Parmi les variations physiologiques facilement décelables sur les terrains, nous avons observé la fréquence cardiaque et le pouls.

IV - Substrats utilisés lors du travail musculaire.

1°) Les protéines.

Les protéines sont peu utilisées en tant que substrat énergétique lorsque l'apport calorique est suffisant. Le muscle en activité tire son énergie prioritairement soit des glucides, soit des lipides.

2°) Les glucides et les lipides.

On a pensé pendant très longtemps que la principale source énergétique du muscle en activité, chez les mammifères, était représentée par les glucides et que les lipides constituaient une recrue de substrat mobilisée au repos et pendant la période de récupération. Un des arguments parmi les plus fréquemment avancés en faveur de cette théorie est le fait que l'aptitude au travail musculaire est diminuée chez les sujets qui ont une alimentation riche en graisse.

En fait, les lipides représentent une source importante de substrats énergétiques pour le muscle. La part d'intervention respective des lipides et des glucides dans le métabolisme énergétique dépend, entre autres facteurs, de la sévérité, de la durée de l'exercice, de l'alimentation du sujet, de sa puissance maximale aérobie (c'est-à-dire des conditions aérobies ou anaérobies dans lesquelles s'accomplit le travail).

L'apport d'oxygène conditionne l'utilisation des glucides : cette dernière augmente quand l'apport diminue. Lorsque les glucides sont oxydés, le rendement énergétique est, par litre d'oxygène consommé, supérieur de presque 10 % à celui réalisé lorsque les oxydations portent sur les lipides ou protéines.

a. Le glycogène musculaire.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'aptitude à fournir un effort intense et prolongé dépend directement de la quantité initiale de glycogène stocké au niveau des muscles en activité (POORTMANS, 1972 - HOLLOSKY, 1972).

Quand l'individu s'alimente normalement et correctement, la teneur des muscles en glycogène est de 1,5 g pour 100 g

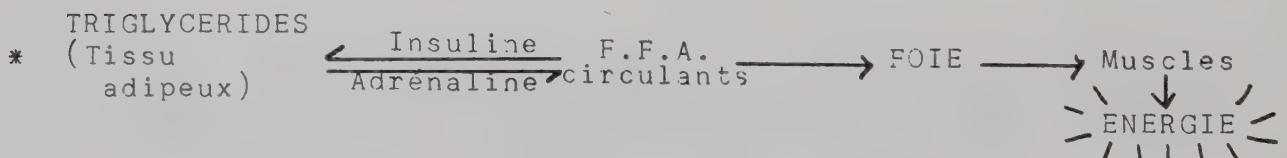
de muscle. Elle s'annule pratiquement après deux heures d'exercice à une puissance correspondant à 75 % de la puissance maximale aérobie. Le sujet est alors "épuisé".

On peut facilement augmenter la concentration musculaire glycogénique (jusqu'à 2,5 g pour 100 g de muscle) en soumettant l'individu à un régime alimentaire riche en glucides. On peut même atteindre une concentration de 4 g pour 100 g de muscle si ce régime fait suite à un exercice qui épuise l'individu, et même à 5 g pour 100 g de muscle en maintenant pendant quelques jours après cet exercice la teneur musculaire glycogénique à un niveau très bas (avec une alimentation exclusive de lipides et protides sans aucun glucide).

Conséquences pratiques : c'est pourquoi il est préférable de monter les chiens sur les terrains en légère hypoglycémie. Puis, après le premier entraînement du matin, leur donner quelques morceaux de sucre avant la reprise du travail.

b. Les acides gras libres (Free fatty acid : FFA).

Un individu soumis au jeûne est capable de fournir des efforts modérés tant qu'il dispose de réserves de lipides. Des techniques modernes telles que le marquage des molécules par isotopes ont révélé le rôle des acides gras libres. Apportés par l'alimentation ou formés à partir de glycérides alimentaires, les acides gras sont stockés dans l'organisme sous forme de triglycérides (*), ceux-ci sont hydrolysés par les lipases pour permettre la mobilisation et leur utilisation.



Leur catabolisme fournit de l'énergie (9 Kcal/g). Nécessairement aérobie, il conduit à la formation du CO₂ et H₂O par voies permettant l'accumulation d'énergie utilisable sous forme d'A.T.P. Les esters gras non estérifiés sont transportés dans la circulation sanguine, associés à la sérum-albumine. Leur taux voisine 0,6 mEq/l et leur renouvellement est très rapide. Ils sont en effet l'aliment énergétique préférentiel pour le muscle en aérobisme (et aussi pour le foie).

Le tissu adipeux d'un être normal constitue une énorme réserve d'énergie, supérieure à 50 000 Kcal. Au début de l'exercice, parallèlement à l'augmentation de l'activité musculaire, on note une chute de la concentration plasmatique des F.F.A. Après un certain temps, dans la mesure où l'exercice n'est pas trop dur, le taux des F.F.A. s'élève. Ceci est dû à une mobilisation des F.F.A. à partir du tissu adipeux, grâce au système

orthosympathique et aux hormones telles que l'adrénaline, la noradrénaline, l'hormone de croissance S.T.H. Cependant, cette mobilisation peut être inhibée par le glucose, l'insuline, l'acide lactique, l'abaissement du pH sanguin. Le fait que l'importance relative des F.F.A. dans l'apport d'énergie diminue lorsque l'intensité de l'exercice augmente est en partie la conséquence de l'effet inhibiteur de l'acide lactique.

Les expériences de ISSEKUTZ et coll. (1965) ont montré que l'aptitude à l'exercice était proportionnelle à la participation des acides gras dans le métabolisme énergétique. Pour une puissance donnée le chien qui présente une aptitude élevée produit moins d'acide lactique que le chien d'aptitude plus faible. PAVLE PAUL et WILLIAMS H. HOLMES (1973) ont confirmé que, pendant l'exercice, sur des chiens non entraînés, les F.F.A. plasmatiques contribuaient de 20 à 30 % à la libération d'énergie, alors que sur des chiens entraînés, 70 à 90 % de l'énergie provenait de l'oxydation des F.F.A.

On a aussi constaté que la réduction de l'apport énergétique sous forme de F.F.A. est compensée par une augmentation de l'utilisation du glycogène avec, parallèlement, une augmentation du quotient respiratoire.

On essaiera, dans la deuxième partie, d'examiner, par le dosage des F.F.A., si au terme du stage les chiens peuvent être considérés comme entraînés.

Au cours de l'exercice prolongé, la concentration sanguine en lactate s'élève au début, puis diminue progressivement. Une hypoglycémie peut parallèlement apparaître et l'activité du système orthosympathique est stimulée. Tous ces facteurs favorisent la mobilisation des F.F.A. à partir du tissu adipeux et fournissent donc plus de substrats énergétiques.

3°) Conclusions et applications pratiques.

Il ressort de cette étude qu'il s'avère intéressant :

- d'une part d'effectuer des dosages de glycémie, de lactémie, de F.F.A. plasmatiques pour comparer, le premier jour du stage, les formes physiques des chiens arrivant (chiens entraînés, non entraînés) et pour savoir, le dernier jour, dans quelle mesure le stage peut être considéré comme un entraînement.
- d'autre part, d'établir une diététique appropriée qui répondra aux besoins musculaires et de résistance au froid.
- Une diététique appropriée.

Les séances d'entraînement et d'adaptation au froid nécessitent de grandes dépenses en Kcalories variables entre 200

à 900 Kcalories à l'heure. C'est pourquoi le chien sportif devra disposer d'une alimentation soignée, surtout si l'animal n'a pas terminé sa croissance. L'alimentation est, avec le sommeil et l'entraînement physique (et aussi... mental et psychologique) un des moyens de choix pour réussir de meilleures "performances".

Les propriétaires de chiens d'avalanche n'apportent pas assez d'attention à l'alimentation de leurs animaux. Rappelons quelques points diététiques essentiels :

- Il faut d'abord, pour faire du sport, que l'animal soit en bonne santé. C'est pourquoi un examen vétérinaire s'avère obligatoire.
- Il n'existe pas de régime pour tel ou tel type de sport, mais plutôt pour telle ou telle forme d'effort (bref, répété, soutenu...)
- Si le régime alimentaire sportif est adopté, il ne faut pas le faire brusquement. L'organisme doit s'habituer lentement sinon on va au devant de sévères déceptions.
- Ce n'est pas parce que tel aliment réussit particulièrement bien à tel chien que son voisin doit l'adopter : chaque être est différent.
- En matière d'alimentation, il existe beaucoup de préjugés. On croit, par exemple, que la viande donne de la force alors qu'elle donne du muscle. Comme nous l'avons précédemment vu, ce sont les glucides et les lipides qui donnent de la force.
- D'autres pensent que plus l'animal mange plus il est fort, ce qui est faux. La suralimentation représente une surcharge et un encrassement de l'organisme. Si l'animal dépense 3 500 Kcal il doit en consommer 3 500. Mais pourquoi en absorber 4 000 alors que 2 000 seulement sont utilisées ?

L'activité intensive limitée à quinze jours nécessitera obligatoirement un régime :

- . pré-stage : pour aménager des réserves énergétiques musculaires et permettre un renouvellement rapide des matériaux utilisés sans surcharger l'animal.
- post-stage : avec des rations d'élimination des déchets ou rations de récupération.

Dans le même ordre d'idée, le maître chien suivra un plan diététique depuis la reprise d'activité, à la fin de l'été, jusqu'au stage ou jusqu'aux entraînements opérationnels.

:: Préparation foncière (fin de l'été) : période de reprise d'activité pendant laquelle l'animal a peut-être quelques kilos à perdre, objectif que l'on doit atteindre très progressivement. Le régime devra comporter moins de glucides et davantage de protides et de lipides.

:: Préparation technique (automne, début de l'hiver) : période de mise en condition et de mise au point du type d'effort (effort soutenu, exercice d'endurance, de résistance au froid) pendant laquelle on diminue les lipides ; on augmente parallèlement les glucides.

:: Préparation directe : période d'acquisition de la forme. L'animal dort dehors, s'entraîne (hiver, saison d'avalanches) régulièrement, ou participe au stage. Aucune erreur de régime ne doit être commise. L'alimentation sera équilibrée tout en satisfaisant aux goûts et habitudes du chien. Beaucoup d'état de méforme sont dus à des erreurs de diététiques. Les quelques cas pathologiques rencontrés qui apparaissent comme les conséquences de défauts d'alimentation seront examinés plus particulièrement dans la deuxième partie. On peut citer cependant :

- Erreurs par excès : des accidents musculaires surviennent chez de gros mangeurs de viande à antécédents hépatiques (IAGO à M. OLLIER César). L'ingestion d'une trop grande quantité de sucres et de féculents entraîne des troubles digestifs et une carence indirecte en vitamine B₁.
- Plus rarement, l'erreur par défaut de glucides, souvent excédentaires en graisse, peut entraîner des états d'acidose (KAYE à M. POLLET, Villard).
Par défaut de protides ou de féculents, dans les régimes végétariens à base de légumes crus, on a alors une accélération du transit intestinal et une modification de la flore bactérienne (JANE à M. CARRE).

V - La régulation thermique au cours de l'exercice musculaire.

1°) Introduction.

"Dans tous les climats et que ce soit sur terre, les mammifères maintiennent leur température corporelle aux environs de 38° C. Tout se passe comme si l'évolution avait fixé cette valeur comme température optimale, pour la classe des mammifères" (IRVING, 1966).

L'acquisition d'une température constante autorise une disponibilité permanente des différentes activités de l'organisme et donne aux homéothermes un avantage décisif dans la conservation de la vie. Mais l'originalité de cette fonction apparaît

encore davantage dans la complexité et la variété des mécanismes mis en oeuvre. Réactions vasomotrices, sécrétions, respirations, appareils nerveux autonome ou de la vie de relation peuvent être utilisés à tour de rôle ou simultanément par cette dernière et lorsque ses exigences deviennent impérieuses, les autres fonctions paraissent abandonner en sa faveur tout ou une partie de leurs prérogatives et leur propre tâche.

Le but de la régulation est le maintien de la température centrale, c'est-à-dire d'une portion de l'organisme désignée sous le nom de noyau et comprenant les parties profondes : cerveau, viscères, thorax et abdomen. A l'opposé, les régions périphériques appelées enveloppes ont une température variable en fonction des conditions extérieures et constituent un "volant thermique".

On peut noter qu'une partie de l'organisme, un tiers environ, présente une température variable, tels les muscles squelettiques (organes thermogénétiques). La température musculaire peut s'élever jusqu'à 4° C. Cette élévation favorise d'ailleurs les réactions énergétiques de ce tissu.

Mais un des effets de la circulation du sang est le transport de la chaleur. Elle assure, suivant les besoins, le refroidissement et le réchauffement des différents tissus, et elle transfère la chaleur produite en excès de la zone profonde à la peau. La chaleur spécifique du sang, très élevée (0,9) lui permet de véhiculer une grande quantité de chaleur sans modification de sa température propre. Lorsque le débit sanguin cutané s'accroît, la température cutanée augmente ainsi que la conductance. Lorsque le débit sanguin diminue, la différence de température avec le sang artériel et le sang veineux s'abaisse, la conductance décroît et l'action isolante de la peau augmente. On appelle conductance des tissus la quantité de chaleur perdue par centimètre carré de surface corporelle par heure et par degré de différence entre l'intérieur de l'organisme et le milieu environnant.

2°) Effets de l'exercice sur la régulation thermique.

Il y a deux schémas.

- Le premier schéma montre des exemples de maintien d'équilibre thermique lors d'exercices musculaires d'une heure, d'intensité variable : l'élévation de la température de l'organisme peut s'interpréter comme le résultat d'une action régulatrice. (CHRISTENSEN, 1931 - NIELSEN 1938).

La différence entre "dépense d'énergie" et "production de chaleur" correspond au rendement mécanique (23 %) et la différence entre "production de chaleur" et "perte de chaleur totale" est responsable de l'élévation de la température de l'organisme. On

voit que les pertes de chaleur par convection et irradiation restent presque constantes en dépit des variations notables dans la production de chaleur.

L'évaporation assure l'évacuation de la chaleur supplémentaire produite quand l'intensité de l'exercice augmente.

Kcal/h

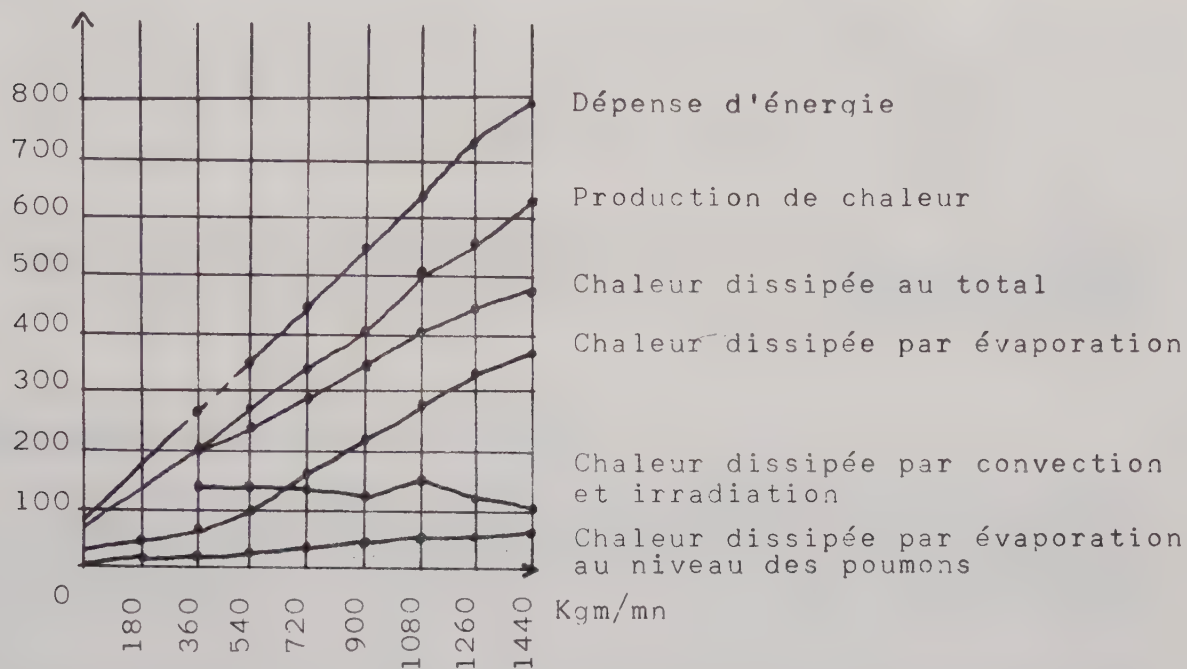


Schéma n° 1 - Valeur des échanges de chaleur chez un sujet nu placé à une température ambiante de 21° C, au repos, et lors d'exercices de différentes intensités (Celles-ci sont représentées en Kgm par minute, le long de l'axe des abscisses).
(D'après NIELSEN, 1938).

- La température corporelle ne dépend pas de la production de chaleur elle-même mais du rapport entre la consommation d'oxygène du sujet lors de l'exercice et sa consommation maximale : on appelle ce rapport puissance relative.

Pour une puissance correspondant à 50 % de la consommation maximale, la température corporelle profonde est de 38° C. Entre certaines limites, cette valeur n'est affectée ni lors de l'exercice, ni au repos par la température ambiante, alors que la température cutanée en dépend directement.

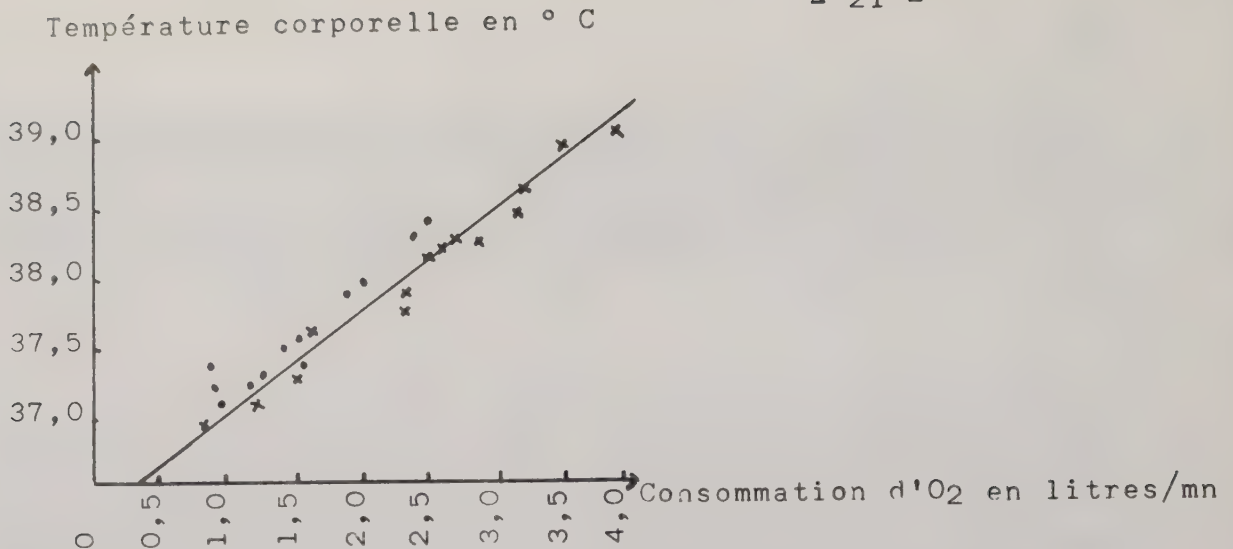


Schéma n° 2 - Relation entre la consommation d'oxygène et la température corporelle lors d'exercices pratiqués avec les membres inférieurs (x) et les membres supérieurs (•).
(D'après NIELSEN, 1938).

3°) Le centre responsable de la thermorégulation.

Il se situe dans l'hypothalamus. Des récepteurs thermiques principalement cutanés le renseignent. A température ambiante froide, l'excitation des récepteurs sensibles au froid le stimule, et alors des mécanismes freinant la déperdition thermique interviennent.

Par ailleurs, on connaît mal les facteurs mis en jeu lors de la régulation de la température de l'organisme au cours de l'exercice.

Conséquences pratiques : courbes de température.

- La température corporelle profonde (température rectale) prise à l'aide d'un thermomètre à mercure, thermocouple ou thermocostance, est, chez l'individu au repos, légèrement supérieure à celle du sang artériel, légèrement inférieure à celle du cerveau où siègent les centres thermorégulateurs. Mais les écarts sont de même grandeur, et la température rectale constitue un excellent témoin des changements de la température corporelle profonde.

Pour constater des perturbations réelles de la température corporelle liées à un effort intense, il faut poursuivre les mesures 30 à 40 minutes après la fin de cet effort. C'est pourquoi il est intéressant pour juger de l'intensité d'un entraînement de tracer les courbes de récupération thermique, de poursuivre les prises de température jusqu'à atteindre la valeur initiale.

- Une autre mesure, alliée à la précédente, mais difficilement réalisable sur les terrains, permet d'évaluer le niveau métabolique, c'est-à-dire l'intensité de production de chaleur d'un individu : la consommation d'oxygène. A chaque litre d'oxygène consommé correspond 4,9 Kcal (de 4,7 à 5,05) en fonction de la part respective prise par les glucides et les graisses dans le métabolisme.
- Le chien ne transpirant que par la langue et les coussinets plantaires, l'étude des pertes de chaleur par évaporation ne peut être que théorique chez le chien d'avalanche.

C h a p i t r e I I

PROBLEMES SPECIFIQUES LIES A LA MONTAGNE

I - Altitude.

II - Froid.

L'intérêt croissant pour les expéditions en haute montagne a amené les chercheurs à étudier les problèmes posés par l'hypoxie et le froid, comparativement d'ailleurs à ceux relatifs à l'entraînement, à l'exercice musculaire.

Nous rappellerons quelques principes physiques et biologiques avant d'aborder les variations paramétriques hémato-
logiques et cardio-respiratoires secondaires à l'acclimatement.

I - L'altitude.

1°) Principes physiques et biologiques.

En 1878, BERT montra que les effets nocifs de la haute altitude sont dûs essentiellement à la diminution de la pression partielle de l'oxygène résultant de la baisse de pression barométrique. La pression barométrique, à une altitude donnée, dépend du poids de la colonne d'air qui se trouve au dessus du lieu de mesure.

L'atmosphère est comprimée sous l'action de son propre poids. Sa pression et sa densité, très élevées au niveau de la mer, diminuent suivant une fonction croissante exponentielle avec l'altitude.

Les différences de température ainsi que la turbulence évitent la sédimentation des molécules gazeuses de poids moléculaire différent en couches épaisses séparées : la composition chimique de l'atmosphère reste à peu près identique jusqu'à 2 000 mètres d'altitude.

Le tableau ci-dessous donne la pression barométrique et la pression dans l'air inspiré à différentes altitudes.

La pression d'oxygène dans le gaz alvéolaire et par conséquent dans le sang artériel varie d'une part avec la composition et la pression de l'air inspiré, d'autre part avec la ventilation. Plus le renouvellement du gaz est rapide, plus sa composition se rapproche de l'air inspiré. Or la densité de l'air diminuant avec l'altitude, il est donc très facile, à altitude élevée de respirer rapidement et profondément. Cela explique les débits ventilés importants observés lors d'exercices musculaires intenses. (L'exercice musculaire nécessite un apport accru d'oxygène. Or la pression partielle d'oxygène étant plus faible en altitude, il est physiologiquement indispensable que le renouvellement soit accéléré).

A L T I T U D E		Pression mm Hg	PO ₂ de l'air trachéal mm Hg
m	Pieds		
0	0	760	149
500	1 640	716	140
1 000	3 280	674	131
1 500	4 920	634	123
2 000	6 560	596	115
2 500	8 200	560	107
3 000	9 840	526	100
3 500	11 840	493	93
4 000	13 120	462	87
4 500	14 650	433	81
5 000	16 400	405	75
5 500	18 050	379	69
6 000	19 690	354	64
6 500	21 330	330	59
7 000	22 970	308	55
7 500	24 610	287	50
8 000	26 250	267	46
8 500	27 890	248	42
9 000	29 350	230	38
9 500	31 170	214	35
10 000	32 800	198	32
19 215	63 000	47	0

Cependant la diminution de la pression barométrique pourrait affecter les muscles respiratoires dans leur contraction, mais la baisse de la densité de l'air entraîne une résistance moindre à l'écoulement de l'air et le travail respiratoire nécessaire pour mobiliser un volume de gaz donné se trouve facilité.

La température de l'air diminue régulièrement de 6,5° C pour 1 000 mètres. Parallèlement, l'air devient de plus en plus sec et la déperdition hydrique par l'intermédiaire des voies respiratoires augmente. Un exercice intense réalisé dans ces conditions peut entraîner une hypohydratation avec douleur sèche dans la gorge.

Applications pratiques :

- Nous avons vu que la capacité ventilatoire augmente avec l'altitude. Il serait intéressant de la mesurer sur des chiens vivant à des altitudes différentes et de la mettre en relation avec la qualité respective du travail des chiens.

- Pour la détermination Na/K, nous avons essayé de déceler des perturbations hydriques du milieu intérieur des chiens au cours des entraînements.

2°) L'acclimatement à l'altitude.

On peut définir l'acclimatation comme le fait d'acclimater, c'est-à-dire d'adapter un sujet à des conditions climatiques inhabituelles en l'occurrence l'altitude. L'acclimatement peut être défini comme l'état des sujets acclimatés. L'acclimatation concerne les moyens d'aboutir à l'acclimatement.

Lorsqu'un sujet est soumis progressivement à l'action de l'altitude, des modifications qui s'échelonnent schématiquement au cours de quatre phases apparaissent dans sa physiologie.

a. La phase d'indifférence.

Lors d'une exposition de courte durée à altitude moyenne (2 000 à 4 000 mètres) ou dans les premières heures d'une exposition plus longue, il n'apparaît aucun signe manifeste et particulièrement il n'existe aucune augmentation mesurable de la ventilation.

b. La phase d'accommodation à court terme.

.. La diminution de la pression d'oxygène dans l'air inspiré entraîne une accélération de la ventilation pulmonaire significative bien que peu importante.

.. Il y a aussi, durant cette période, augmentation du rythme et du débit cardiaque accompagné d'une vasoconstriction des vaisseaux.

.. Le taux d'hémoglobine augmente, conséquence immédiate de l'hémoconcentration secondaire, elle, à la diminution du volume plasmatique. Puis l'erythropoïèse prend le relais de façon à ce que le contenu en oxygène de l'unité de sang artériel reste, chez le sujet acclimaté à 3 000 mètres, identique à celui de l'individu vivant au niveau de la mer. Le nombre de globules rouges peut atteindre, chez l'Homme, 7 à 8 millions.

Si ces processus de réactions immédiates de défense sont débordés (à ce stade on ne peut pas parler d'acclimatement), apparaît le mal aigu des montagnes, syndrome bien connu des alpinistes.

c. La phase d'adaptation.

Puis s'installe un état encore instable mais qui représente une tendance vers un équilibre avec le milieu ambiant.

Le rythme et le débit cardiaque demeurent rapides mais progressivement le pouls diminue de fréquence alors que le contenu en oxygène augmente dans les mêmes proportions. L'examen du sang montre :

.. une polyglobulie,

.. une élévation de l'hématocrite qui accroît la viscosité du sang et par là le travail fourni par le cœur pour un débit donné. On ignore cependant l'importance réelle des modifications sanguines sur le travail cardiaque.

.. une diminution de la réserve alcaline : la réserve alcaline basse caractérise le sujet acclimaté à la haute altitude, mais semble diminuer l'aptitude de l'organisme à combattre l'action des autres acides libérés par les processus métaboliques (acide lactique). Cette baisse de la réserve alcaline peut être l'un des facteurs qui entraîne la diminution de la puissance maximale anaérobie.

D'autres modifications métaboliques et endocrinien-
nes surgissent et participent à cette adaptation. Cependant si celle-ci est défectueuse, apparaissent des signes nets de la forme subaiguë du mal des montagnes.

d. La phase d'acclimatement.

.. On doit, par acclimatement, entendre un équilibre avec le milieu qui pourrait être considéré comme parfait si les formes chroniques du mal des montagnes n'existaient chez l'Homme. Chez le sujet vivant en altitude depuis un temps relativement important, on peut noter certaines manifestations qui sont probablement le reflet de son acclimatement.

.. La ventilation pulmonaire reste augmentée mais semble toutefois avoir diminué par rapport à la période d'adaptation.

.. Le rythme cardiaque est normal ; on a quelquefois de la bradycardie.

.. La tension artérielle semble basse pour la pression systolique, normale pour la pression diastolique.

.. A l'électrocardiogramme, on noterait une certaine prédominance des déviations de l'axe droit (Nous en verrons un exemple dans la deuxième partie).

.. Polyglobulie, augmentation de la concentration de l'hémoglobine.

Deux paramètres biochimiques intéressent, depuis quelques années, des chercheurs dans ces processus d'acclimate-

ment à savoir : la lactatémie et la glycémie. En effet :

- après un exercice musculaire d'intensité comparable, la lactatémie diminue plus rapidement chez les résidents en altitude que chez les sujets non acclimatés.
- la capacité aérobie maximale d'athlètes natifs de pays montagnards est 25 à 30 % supérieure à celle d'athlètes natifs du niveau de la mer. Dans le même temps, la lactatémie, mesurée à l'arrêt de l'expérience de détermination de volume d'oxygène, est 40 à 60 % supérieure chez des athlètes natifs comparée aux nouveaux arrivants.
- la glycémie est inférieure chez les résidents en altitude et chez le rat adapté à une altitude simulée. Ce fait ne semble pas lié à une adaptation génétique raciale puisque les indiens transplantés au niveau de la mer retrouvent une glycémie normale.

L'exposition prolongée à l'hypoxie produit les mêmes effets que l'entraînement en ce qui concerne l'augmentation de la vascularisation des muscles squelettiques, l'augmentation de la teneur en myoglobine et, sans doute aussi, les modifications du système de transport en oxygène, ce qui explique que pratiquement l'acclimatement se traduit par une amélioration progressive de l'aptitude aux exercices d'endurance et de résistance (HOLM et coll., 1973).

Le temps nécessaire pour obtenir l'acclimatement est variable suivant les sujets et l'altitude, mais il est d'autant plus court que cette dernière est plus basse. Pour GRANDJEAN limité à quelques jours autour de 2 000 mètres, il peut être évalué à 10 jours à 3 000 mètres et à quelques semaines à 6 000 mètres.

L'acclimatement disparaît progressivement après le retour en plaine, mais durant quelques mois, certaines manifestations demeurent. Il semble que le sujet ayant été acclimaté garde en outre la capacité d'acquérir plus rapidement un nouvel acclimatement lors d'un séjour en altitude.

Conséquences pratiques.

Les chiens d'avalanche des stages nationaux travaillent sur les terrains de LOGNAN ou du BREVENT, à 2 000 mètres environ, et se reposent tous les soirs à CHAMONIX, à 1 100 mètres. Ils sont donc exposés à une hypoxie moyenne intermittente.

Dans ces conditions, il est probable qu'aucun chien ne sera atteint du mal des montagnes. En effet, le traitement de ce syndrome consiste en une descente du malade à une altitude inférieure.

Notre rôle consiste principalement, lors du stage, à observer le comportement des chiens, leur travail, de comparer ceux résidant en plaine à ceux habitant en altitude, et à analyser les résultats sanguins. Puis quelque temps après le stage, nous nous informons auprès des maîtres-chiens des éventuelles améliorations ou des changements survenus dans la condition physique de leur animal.

II - Le froid.

1°) Régulation thermique.

Sur l'ensemble du volume sanguin circulant, 5 % se dirige vers les vaisseaux cutanés. En cas de chute de la température ambiante, la différence de température entre la peau et le milieu augmente : on a alors une déperdition calorifique par convection et rayonnement.

Puis répondant aux ordres du système nerveux central, la circulation cutanée diminue par vasoconstriction des vaisseaux entraînant un abaissement progressif de la température de la peau (DURAND et coll., 1967 - MARTINEAUD et coll., 1969).

Chez l'homme et chez le chien, au niveau des coussinets plantaires surtout, la vasoconstriction peut multiplier par 6 la capacité d'isolement thermique de la peau et des tissus sous-cutanés, les tissus périphériques sont alors à une température voisine de celle du milieu ambiant, ce qui se traduit par l'impression désagréable de froid, prémice de gelures.

Les porcs, morses, Narvals, exposés à une température froide, limitent leur déperdition calorifique en laissant leur peau se refroidir. La couche de tissu adipeux sous-cutané leur assure un isolement thermique efficace en cas de vasoconstriction périphérique. De plus, les graisses des régions périphériques ont une température de congélation inférieure à celle des régions internes, plus chaudes. Dans le cas contraire, les tissus périphériques ou les pattes deviendraient rigides sous l'action du froid.

L'excès de chaleur produite par l'organisme est éliminé, chez les animaux à fourrure, au niveau des régions découvertes (pattes, truffe) et par évaporation au niveau de la langue et de la bouche lors du halètement.

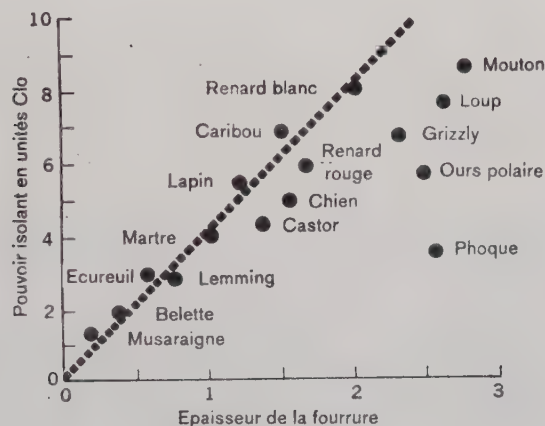
Par ailleurs, le sang emprunte la voie veineuse profonde pour arriver au cœur "réchauffé", ce qui permet de préserver le noyau des écarts de température. (Au contraire, lorsque

le sujet est exposé à une température extérieure élevée, le sang suit le trajet des veines superficielles, ce qui facilite son refroidissement).

Tout au long du trajet sanguin, il existe un contact étroit entre artères et veines profondes qui permet un échange de chaleur constant entre les deux types de vaisseaux.

Un autre mécanisme protège l'équilibre thermique par l'augmentation du métabolisme : le frisson, activité musculaire réflexe qui entraîne les muscles à l'opposer mutuellement ; le rendement mécanique étant nul, toute l'énergie se transforme en chaleur qui peut atteindre alors un niveau 3 à 4 fois supérieur à celui qui existe dans les conditions de repos.

2°) L'adaptation au froid.



Valeur isolante de différentes fourrures.

Les animaux exposés au froid disposent habituellement de protections efficaces qui sont la fourrure et un système d'échange de chaleur au niveau de leurs vaisseaux.

L'air est un excellent volant thermique et la valeur isolante de la plupart des fourrures dépend, en fait, de l'air qu'elles retiennent.

Les poils de caribou sont creux et l'air se trouve non seulement retenu entre les poils, mais à l'intérieur de chacun d'eux.

Définition de l'unité Clo : l'unité Clo est l'isolement qui assure un confort thermique indéfini à un individu au repos à 21° C de température ambiante avec une humidité relative inférieure à 50 % et une vitesse de l'air inférieure à 6 m/mn.

Nous aurions pu, à l'aide d'un thermocouple, mesurer les températures cutanées et des fourrures chez des chiens de différentes races, notamment il aurait été intéressant de comparer les valeurs obtenues sur un doberman (poil court) habitant à MERIBEL (1 300 mètres) et celles sur des Bergers Belges ou Allemands (poil long) vivant à ANNECY et à LOGNAN.

Lors d'exposition au froid, la fréquence cardiaque au repos s'élève ainsi que la déperdition urinaire azotée, ces deux modifications étant les conséquences de variations hormonales.

Variation de la température rectale : Y. MINAIRE et coll. ont placé des chiens à des températures voisines de $- 28^{\circ} \text{C}$. Au cours de leurs expériences, aucune hypothermie n'a été observée et la température rectale prise à la fin de l'exposition au froid ne varia que de $0,14^{\circ} \text{C}$ et $0,21^{\circ} \text{C}$ chez les chiens exposés aux températures les plus basses.

Les combustibles de la thermogénèse de lutte contre le froid sont les lipides ($3/4$ de la fourniture énergétique) et les glucides. Mais l'utilisation du glucose reste assez forte pour que la disponibilité en glycogène hépatothique demeure le facteur constant de la poursuite de l'épreuve.

3°) Energétique de l'effort musculaire en ambiance froide.

Y. MINAIRE et coll. ont comparé l'utilisation des hydrates de carbone chez des chiens marchant sur un tapis roulant à 6 km/h et des chiens frissonnant à $- 25^{\circ} \text{C}$. Dans les deux cas :

- la consommation d'oxygène est identique et égale à 4 fois celle mesurée chez les chiens au repos.
- les hydrates de carbone (glucose = glycogène musculaire) sont à peu près consommés dans les mêmes proportions.

Mais les animaux travaillant en ambiance froide présentent une asthénie importante et une chute régulière de glycémie. Essayons d'expliquer ce fait.

La dépense énergétique pour un travail donné est supérieure au froid à celle de la neutralité thermique. Cependant les deux dépenses de réchauffement et de travail ne s'ajoutent pas totalement : il y a substitution partielle, une partie de la chaleur libérée par le travail est récupérée pour les besoins de thermorégulation.

Les expériences montrent aussi que les acides gras libres assurent $3/4$ de la fourniture énergétique aussi bien au

froid qu'au cours de l'exercice. Le combustible majoritaire et préférentiel est lipidique, mais le glucose plasmatique couvre 10 % de la dépense, ce qui, pour un effort élevé, représente une utilisation importante de glycogène en comparaison des réserves hépatiques faibles.

Par exemple, chez le chien exposé à - 25° C, la production hépatique de glucose nécessaire pour couvrir les besoins de la thermorégulation atteint 0,4 g de glucose/heure, soit 1,2 g de glucose pour 100 g de foie et par heure. En sachant qu'après une nuit de jeûne, la teneur du foie en glycogène est voisine de 4 g/100 g, on comprend que les réserves de glycogène s'épuisent rapidement.

En conséquence, l'épuisement des réserves hépatiques sera retardé :

- par une alimentation glucidique avant (le taux de glycogène hépatique pouvant atteindre 8 % au début de l'effort) et pendant l'effort,
- par le mécanisme de la néoglucogénèse à partir du lactate, du glycérol.

Le lactate provient du glucose plasmatique et du glycogène musculaire. Donc il ne donne pas lieu réellement à une synthèse de novo de glucose. De plus, la transformation de lactate en glucose est faible et ne représente, chez le chien à jeun depuis 18 heures et exposé au froid, que 15 % de la production de glucose. Dans ces mêmes conditions, le glycérol, malgré une mobilisation intense des glycérides de réserve ne représente que moins de 30 % de glucose produit. Et bien qu'aucune mesure n'ait été faite au cours d'exercices au froid, il n'y a pas d'arguments pour dire que ces pourcentages seront augmentés.

On peut donc admettre qu'à un niveau métabolique élevé, lorsque les réserves glycogéniques sont épuisées, la néoglucogénèse est incapable d'assurer l'apport de glucose nécessaire à la couverture de besoins en particulier ceux du catabolisme cérébral (explication de l'asthénie).

Enfin, il ne semble pas que la consommation accrue de glucose puisse être attribuée à une augmentation d'adrénaline (catécholamine circulante). L'expérience montre que les animaux médullosurrénalectomisés exposés au froid utilisent autant de glucose que les animaux placés au froid.

Donc, si l'effort musculaire en ambiance froide n'entraîne pas d'altération des structures métaboliques enzymatiques, il provoque, malgré une très large utilisation des lipides, un épuisement rapide des réserves glycogénétiques et de déficit du glucose limitera la poursuite d'un tel effort (Y. MINAIRE - R. FLANDROIS). Par le dosage des F.F.A. plasmatiques et par la glycémie, nous avons essayé de surveiller la condition physique des chiens travaillant en ambiance froide.

C h a p i t r e I I I

PROBLEMES PARTICULIERS DU CHIEN D'AVALANCHE

I - Conditions de milieu.

II - Problèmes digestifs.

I - Conditions de milieu - Neige et ensoleillement.

1°) Ensoleillement.

Après quelques heures passées sans protection oculaire en altitude, essentiellement sur la neige et la glace, le skieur ou l'alpiniste éprouve un picotement, une impression de sable sous la paupière qui va en s'accroissant et qui, la nuit, entraîne l'insomnie. Si le malade poursuit son exposition à la lumière la douleur devient intolérable avec larmoiement abondant. La conjonctive est très rouge, très vascularisée, la cornée montre d'innombrables points rouges.

Cet accident est sans gravité si on met l'individu au repos en protégeant l'oeil avec un pansement occlusif épais, fait préférentiellement de tissu noir. On traite aussi facilement l'homme ou le chien "de compagnie".

Au stage de CHAMONIX, la mise au repos du chien signifie l'abandon de l'entraînement et par là sa formation en avalanche.

D'autre part, G. LIMONNE a constaté qu'après une première atteinte, les yeux semblent sensibilisés. Or un tel chien, appelé à intervenir plusieurs heures de suite sur une avalanche, risque d'être gêné et de ne pouvoir accomplir correctement sa mission.

C'est pourquoi on utilise avec succès des petites instillations préventives d'UVELINE : avec ménagement cependant, afin de favoriser l'acquisition, chez le chien, d'une certaine résistance aux irradiations ultraviolettes.

Parmi les chiens formés lors des précédents stages, certains vivent annuellement en altitude et présentent une ophtalmie chronique à accès intermittents.

Plusieurs solutions thérapeutiques sont essayées :

- IOURI, Berger Allemand âgé de 3 ans, appartient à M. Jean-Charles SAGE, moniteur de ski l'hiver et gardien du refuge d'Argentière (2 800 mètres) l'été. Il vit depuis sa naissance face à la neige et aux ultraviolets. Aussi son maître lui a confectionné des lunettes et avec patience et douceur a habitué le chien à les garder.
- UGO, Berger Allemand de 5 ans, appartenant à M. Robert BLAFFA, responsable du Service des Pistes de COURCHEVEL 1850 (1 800 mètres), vit en permanence en milieu neigeux. Une kératite bilatérale s'est installée au cours de la saison d'hiver 1974. On constata une amélioration sensible au cours de l'été grâce

à un premier traitement par collyre et injections sous-conjonctivales. En 1975, nouvel épisode beaucoup plus marqué, fut soigné par une série de 6 injections sous-conjonctivales :

(Iodo glutional Vit. B ₁	50 mg
(Solumédrol	40 mg
(Xylocaïne à 2 %	1 cc

associées à des instillations journalières et répétées de collyre entre les injections (Vitacic et gammaphénicol N.D.). En 1976, après une nouvelle rechute, un traitement de même nature est entrepris, mais il est envisagé de le compléter par un épluchage de cornée à la fin de la saison hivernale.

2°) La neige.

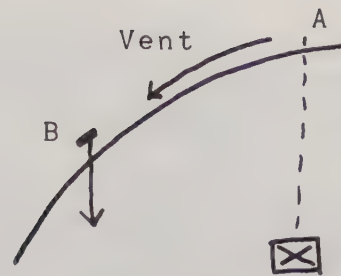
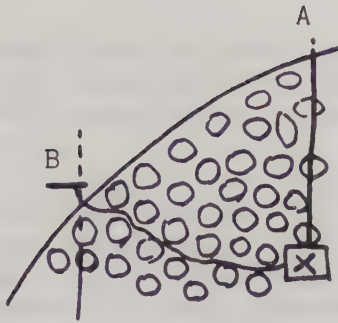
a. Neige et travail.

La couche neigeuse épouse les aspérités et reliefs du sol. Elle ne sera par conséquent jamais régulièrement déposée. Par ailleurs, les avalanches existent sous plusieurs formes : avalanche de poudreuse, de blocs, de plaques, etc. Par cette double hétérogénéité, le manteau neigeux constitue un terrain de travail très particulier.

Souvent initiés préalablement au pistage, les chiens vont apprendre, grâce à leur flair, à retrouver des personnes enfouies sous la neige, c'est-à-dire sous la piste. Le flair est défini, dans le dictionnaire LAROUSSE, comme l'odorat du chien, c'est-à-dire comme le sens permettant de discerner les odeurs. Comme tous les autres sens, il s'éduque, se perfectionne. Pour cette raison, il est important de prendre les chiens jeunes afin de leur développer l'odorat.

L'odeur comporte plusieurs types de molécules associées parmi lesquelles se distinguent les molécules lourdes et les molécules légères. Celles à poids moléculaire élevé tombent et restent sur place ; ainsi une personne debout émet des odeurs qui se déposent à ses pieds. En piste, le chien suit ce type d'odeurs (de molécules). Les molécules légères s'infiltrant dans tous les interstices et montent à la surface. Elles permettent au chien de détecter l'enseveli. L'odeur de la victime prisonnière de la neige est comparable à la fumée d'une cigarette dans les cheveux d'une femme. Il faut un certain temps pour qu'elle puisse se dégager jusqu'à la surface de l'avalanche.

Cependant, ces molécules ne sortent pas toujours à l'aplomb du foyer d'odeurs. Par exemple, dans le cas d'une avalanche de blocs, les molécules se heurtent à des obstacles et les chemins empruntés pour sortir sont parfois très compliqués.



De même un vent fort, rasant, rabat les odeurs au-dessus d'un lieu où la victime n'est pas.

La surface uniforme ou cahotique de l'avalanche peut cacher des dangers : trous, corniches instables... Le chien, grâce à son flair, sentira les effluves insolites, différentes, comprendra et refusera d'avancer.

Le maître, par l'analyse précise des conditions atmosphériques (sens du vent...), par ses connaissances de la montagne (avalanche, terrain, relief...) complète le travail du chien.

Dans les exemples précédents, il sait que son chien, opérationnel, ne peut mentir. Si les sondeurs ne trouvent pas la victime à l'aplomb du point (B) marqué par l'animal, ils devront étendre tout autour leur prospection.

De même, si le chien s'arrête, refuse d'aller plus loin, il existe une raison, peut-être une menace que le conducteur essaiera de découvrir.

b. Neige et pathologie.

Les extrémités des membres des animaux en contact permanent avec la neige n'ont pas souffert de gelures véritables. Des érosions cutanées, sans gravité, affectèrent les espaces interdigités d'IRAK. On a tenté, les jours les plus froids (température de la neige - 17° C) d'appliquer une couche de saindoux sur les faces plantaires sèches, mais tous les chiens, sans exception, se léchèrent et le but de cette opération (c'est-à-dire protection et isolement) ne fut pas atteint.

Par ailleurs, les coussinets plantaires et les espaces interdigités peuvent être le siège de lésions sérieuses provoquées par l'action irritative et corrosive de sels de potassium utilisés lors du déneigement des routes et des trottoirs des villes et des stations. Le traitement consiste en un nettoyage doux des régions atteintes et en application de pommades calmantes, sous pansement.

Nous avons vu que l'individu en altitude se deshydrate ; l'exercice accentue cette deshydratation. Or la neige offre au chien qui la mange la sensation éphémère d'être rafraîchi et désaltéré.

De plus, les jeunes chiens jouent avec ce milieu nouveau qui s'effrite sous leurs griffes ou leurs dents. Par soif ou par jeux, les animaux avalent de la neige. Or cette eau gelée et transformée, absorbée en grande quantité risque, par son hypotonicité, d'entraîner des perturbations dans le milieu intérieur de l'organisme canin.

Le fait de se coucher sur le sol gelé (à - 10° C, - 15° C) après les exercices, allié à l'absorption d'eau froide, constitue une des étiologies du syndrome diarrhéique trop fréquemment rencontré chez les chiens d'avalanche.

II - Problèmes digestifs.

1°) Rappels physiologiques.

Le tube digestif, en contact direct avec le milieu extérieur par l'absorption des aliments, est, dans sa physiologie, intimement lié aux systèmes nerveux et neurovégétatifs ainsi qu'aux phénomènes métaboliques de par sa fonction hépatique.

Ces trois dépendances jouent un rôle dans la digestion des aliments et sont responsables de la fragilité fonctionnelle dans l'adaptation de l'animal au froid.

Les particularités digestives du chien se trouvent dans :

- son régime carné,
- la faible contenance de son estomac,
- la sécrétion acide gastrique très importante,
- un transit relativement rapide : 16 à 20 heures.

2°) La flore microbienne normale.

Les aliments, dégradés tout au long de leur cheminement dans le tractus digestif par les sécrétions tissulaires et glandulaires, représentent un apport nutritif complexe pour la flore, et dans une certaine mesure en détermine la composition. Les sécrétions interviennent principalement par leur pH et leur équipement enzymatique.

Au sein de ce milieu vit et se développe une flore de "petits" : protozoaires, champignons, bactéries, virus. Parmi

ces saprophytes commensaux symbiotés parasites, rares sont les espèces parfaitement connues. En effet, alors que pour la plupart des micro-organismes aérobies ou anaérobies facultatifs, les déterminations et comptages sont relativement faciles, l'analyse des anaérobies strictes demande une manipulation particulière, minutieuse, et en atmosphère réductrice. Pour les virus, la multiplicité des virus à tropisme intestinal (entérovirus surtout) ainsi que leur identification rendent fragmentaire à l'extrême les études de leurs constituants.

D'après DUCLUZEAU, chez les carnivores, on a surtout des microflores à streptocoques dominant, dans les deux premiers segments du tube digestif souvent accompagnés de clostridies. Ces deux germes peuplent également le gros intestin en association avec des bactéries anaérobies strictes gram négatif. (Cf. tableau page 39).

On voit que les deux autres notent la présence de streptocoques anaérobies facultatifs dans la microflore dominante. Mais pour SMITH, ils sont accompagnés en nombre équivalent de bactéroïdes et de lactobacilles. Dans la microflore sous-dominante apparaissent les coliformes et *Welchia perfringens* ainsi que les bactéroïdes pour COHN et BORNSIDE.

Ces auteurs estiment que l'intestin du chien se caractérise par sa pauvreté en bactéries totales (lactobacilles) et par la présence constante de *Welchia perfringens* qu'on retrouve même dans la microflore dominante à certains niveaux.

D'après CLAPPER et HEADE, les lactobacilles, entérocoques coliformes et clostridia sont les plus fréquemment rencontrés dans la partie distale du chien.

Le genre *Proteus* est trouvé quelquefois. Par contre, le genre *Staphylococcus* fut fréquemment isolé par ces auteurs.

- Les Streptocoques : Cocci gram (+) aéro-anaérobie facultatif, groupés dans l'espace en chaînette flexueuse de longueur variable. De très nombreuses espèces bactériennes possèdent cet arrangement caractéristique du genre Streptocoques et Pneumocoques. Certains streptocoques sont des commensaux non pathogènes, d'autres présentent un pouvoir pathogène important.

- Clostridies : anaérobies sporulés, bacilles gram (+), aspect trapu très résistants grâce à leurs spores, possèdent un équipement enzymatique très riche et un intense pouvoir de destruction des matières organiques. Le plus répandu des anaérobies s'appelle *Welchia perfringens*. Il est l'hôte le plus habituel des cavités naturelles de l'homme.

- Les Entérobactéries (*E. coli*) : gram (-), aérobies-anaérobies facultatives. Leur nom d'entérobactérie leur a été donné parce

Log 10 du nombre de bactéries par gramme

[illegible]

qu'ils se trouvent normalement dans le tube digestif de l'homme et des animaux. Ce caractère écologique n'est pas exclusif. Leur pouvoir pathologique est faible pour les animaux. Les coliformes regroupent *Escherichia coli*, *Alcalescens* dispar, immobiles et agazogènes et dotés d'un pouvoir pathogène identique.

- Le nom de Proteus a été donné à des bactéries en raison de leur polymorphisme. Ce sont les hôtes normaux de l'intestin dans lequel on les trouve normalement en petit nombre. Ce nombre peut être augmenté par un traitement antibiotique auquel ils résisteraient alors que les autres y seraient sensibles.

- Staphylocoques : cocci gram (+), très répandus dans la nature. Ils vivent souvent à l'état commensal sur la peau, les muqueuses et dans les cavités des organismes humain et animal. *Staphylococcus aureus* est le plus souvent responsable des infections humaines et *staphylococcus epidemis* à pouvoir pathogène sont aérobies. Les staphylocoques anaérobies constituent une partie de la flore endogène de VEILLON (?) quelquefois pathogène.

Les microflores des très jeunes animaux ressemblent étrangement à celles du petit enfant, mais le sevrage véritable bouleversement alimentaire entraîne la différenciation des flores. Ainsi, une alimentation carnée accompagnée d'une élévation du nombre de clostridies avec une diminution des lactobacilles et des levures (alors qu'une alimentation à base de céréales développerait une microflore à lactobacilles dominants, levures abondantes et clostridies rares).

Les habitudes alimentaires interviennent également. Un repas abondant est susceptible d'entraîner des modifications qualitatives et une augmentation de la flore, non constatées sur des sujets nourris de façon continue avec de faibles quantités d'aliments.

L'âge des chiens d'avalanche varie entre 10 mois et 4 ans. Nous essaierons, dans la deuxième partie de cette étude de mettre en évidence les changements de la flore suivant l'alimentation et l'âge des animaux.

3°) Pathologie spontanée.

Chaque fois que nous examinons un animal affecté d'une gastro-entérite, nous portons notre attention sur :

- les antécédents pathologiques et le régime alimentaire antérieur au stage.
- les symptômes digestifs :
 - .. caractères des matières fécales,
 - .. présence éventuelle de vomissements,
 - .. ralentissement de l'appétit.

- les symptômes généraux :
 - .. l'état général de l'animal,
 - .. température rectale,
 - .. déshydratation.
- la vitesse d'apparition des symptômes,

et dans les jours suivants, nous veillons à l'évolution et à la durée de la maladie.

a. Symptômes généraux.

Ils restent discrets. Le chien présente une faiblesse générale que révèlent un manque d'enthousiasme à l'exercice, une lenteur au travail, une fatigue rapide. L'appétit est diminué, la température rectale évolue peu ; on note une légère hyperthermie. La coloration des muqueuses oculaires et digestives peut être considérée comme normale.

b. Symptômes digestifs.

Le symptôme dominant est l'apparition de selles très ramollies, voire liquides (difficile à recueillir), de couleur sombre avec présence de fragments de nourriture indigérée, émises en de nombreuses défécations à tous moments de la journée. Il est toutefois très rare de trouver des fèces dans les litières.

Dans quelques cas, des vomissements ont lieu, le plus souvent au cours du premier exercice de la journée et consistent essentiellement en des sécrétions gastriques et biliaires avec quelques particules de nourriture.

D'après la physiologie digestive, on peut expliquer l'étiologie de ces diarrhées par des perturbations de la motricité intestinale accompagnées de troubles d'absorption et de sécrétion de la muqueuse digestive d'une part, des glandes annexes d'autre part, avec en conséquence un changement dans la composition microbienne.

On retient trois facteurs susceptibles d'entraîner des troubles gastriques et intestinaux : suivant les individus, telle ou telle cause sera prédominante, mais il semble raisonnable de penser qu'elles agissent le plus souvent en synergie.

- Thermique : contact froid et humide du sol sur l'abdomen, ainsi qu'ingestion de neige.
- Diététique : le changement soudain plus ou moins marqué tant en volume que dans sa composition de la ration perturbe l'équilibre digestif et microbien de l'animal.

- Nerveux : le changement brutal de milieu et de mode d'habitat entraîne, surtout chez les animaux nerveux, des possibilités de dérèglement vagosympathique.

Nous avons essayé, cette année, par l'analyse de trois séries de prélèvements de matières fécales de voir les perturbations dans la composition de la flore, liées au changement de climat, de milieu et d'alimentation, de détecter un germe capable d'entraîner ce syndrome apyrétique.

Cependant, il serait intéressant de tester parallèlement les fonctions hépatiques et pancréatiques.

D e u x i è m e p a r t i e

STAGES NATIONAUX 1975 - 1976

Historique.

Il y a une quinzaine d'années, M. Jacques BOUTELOUP s'intéressa au chien de travail et obtint, avec les méthodes de sa conception, des résultats tels que la Protection Civile du département de Haute-Savoie lui demanda d'appliquer ses méthodes à la formation des chiens d'avalanche.

Deux organismes (C.R.S. et gendarmes) s'occupaient déjà de former des chiens d'avalanche, mais cette formation reposait essentiellement sur le dressage.

La nouveauté apportée par M. BOUTELOUP était, non pas de dresser, mais d'éduquer en tenant compte des qualités et des défauts des chiens. Basée sur la connaissance, la compréhension, la confiance réciproque de l'équipe cynophile, cette nouvelle forme d'éducation donna d'excellents résultats avec des animaux sûrs, fiables.

M. BOUTELOUP et autres responsables du Club Annecien du Chien de Travail sont des amateurs, et des Savoyards. Adeptes de la montagne, ils connaissaient depuis leur création en 1968, les chiens d'avalanche et les méthodes suisses de formation employées par les C.R.S. et les gendarmes. Ils pensèrent alors transposer, dans les conditions nouvelles d'environnement (neige et avalanche), leur conception de l'éducation, leur technique de pistage, afin d'obtenir pour le sauvetage en milieux neigeux des chiens opérationnels 100 % fiables.

Aussi M. BOUTELOUP, après avoir adapté les méthodes suisses à son optique de formation des chiens, organisa, avec l'aide de la Direction Départementale de la Protection Civile de Haute-Savoie, le premier stage expérimental en avril 1973.

Depuis, chaque année, en 1974, 1975, 1976, les stages se déroulèrent au mois de janvier. L'Ecole Nationale de Ski et d'Alpinisme de CHAMONIX accueillit, du 17 au 31 janvier, le stage 1976 qui comprenait 28 équipes cynophiles stagiaires, un Directeur, un Directeur Technique, neuf Moniteurs, un Vétérinaire, un Secrétaire.

C h a p i t r e I

CHOIX DES METHODES : ANIMAUX ET CONDITIONS DE VIE

AU COURS DES STAGES

I - Animaux.

II - Conditions de vie.

I - Animaux.

Vingt-sept chiens participèrent au stage de CHAMONIX en 1975. Vingt-cinq obtiennent leur brevet.

Vingt-six sur vingt-huit équipes cynophiles reçurent leur carte opérationnelle en 1976, au cours du stage national de formation de chiens d'avalanche.

Quatorze chiens stagiaires sont recrutés selon les critères tenant à la médecine et à la motivation, parmi une vingtaine de volontaires. Dix d'entre eux constituent l'équipe de pointe qui seule a subi tous les tests. Chacun des dix passe tous les jours une visite "médico-sportive" (clinique), donne par deux fois trois tubes de sang et subit, avec les autres stagiaires, plusieurs prélèvements de matières fécales.

Chiens témoins non stagiaires :

IOURI { chiens de la vallée de CHAMONIX, entraînés à l'effort
U'NIL { en montagne. Déjà brevetés opérationnels.

UDO {
ROCK { Chiens de la plaine. Déjà brevetés opérationnels.

Chiens stagiaires :

JORK { jeunes chiens stagiaires de la vallée de CHAMONIX -
ICARE { déjà entraînés.

JANE chienne entraînée à l'altitude.

IWALKI {
UPSAL { chiens de plaines non entraînés à l'effort en
TITUS { montagne.

L'KIDU jeune chien stagiaire entraîné à l'effort (CHAMONIX)
KAYE jeune chien stagiaire entraîné à l'effort (LA CLUSAZ)

REX Chien de vallée (FLAINE)

On a aussi retenu IOLA, jeune chienne qui abandonne le stage.

On remarque, en cours de stage BIJOUX qui se distingue par une méforme passagère et un trouble cardiaque. Malheureusement son électrocardiogramme se révèle inexplicable (parasites et interférences).

IAGO est victime d'un accident musculaire examiné plus loin.

II - Conditions de vie.

Pendant 15 jours, la vie des chiens suit ce programme :

- 6 h Réveil.
- 7 h 30 Départ pour le BREVENT ou LOGNAN.
- 8 h Arrivée sur les terrains. Début de l'entraînement.
- 12 h Repas froid.
- 13 h Reprise de l'entraînement.
- 16 h Descente à CHAMONIX.
- 20 h Repas des animaux.
- 21 h Sortie des chiens.

1°) Alimentation.

Nous avons essayé d'établir une ration type couvrant au mieux les besoins du chien à l'effort. Elle consiste en :

	Kcal/g	Poids	Kcal
Viande de boeuf crue	1,5	1000 - 1200	1500 - 1800
Lard frais ou saindoux	9	200 - 220	1800 - 1960
Riz bien cuit	1,2	200 - 300	270 - 360
TOTAL			3540 - 4120

Pendant la journée de repos, en milieu de stage, la quantité de nourriture est diminuée d'un tiers.

A cette ration de base, le maître ajoute de temps en temps :

- une pincée de levure de boulanger, apport vitamine B,
- des légumes en faible quantité (carotte) et très irrégulièrement
- un complément vitaminique A et D suivant les chiens,
- des médicaments quand le chien est malade.

Cet unique repas, volumineux, est distribué chaque soir à 20 heures. Les chiens le mangent de bon appétit. Certains animaux, très gloutons, semblent même incomplètement rassasiés.

Nous avons constaté que, grâce à cette ration, le poids des chiens ne varie que dans de faibles proportions.

2°) Le chenil.

Le logement du chien doit être confortable et propre. Les mauvaises dispositions, l'humidité, le froid, l'absence d'aération forment un ensemble défavorable au bon repos de l'animal et peuvent contribuer à l'éclosion et à l'entretien d'un état déficient et maladif.

Il est certain qu'un chenil employé 15 jours par an ne peut être rentabilisé. Aussi dans tous les stages, il constitue la pierre d'achoppement.

Cette année, la nouvelle Ecole de Ski et d'Alpinisme (E.N.S.A.) mettait une partie de ses sous-sols à la disposition des stagiaires. On édifia sur un plancher provisoire des box individuels en bois, recouverts d'un grillage. Des claies en planches larges de 15 cm et épaisses de 5 cm, coulissant vers le haut, fermaient les cages. Les chiens se couchaient libres à l'intérieur.

On s'aperçut très vite, le premier jour, que cette fermeture ne résisterait pas longtemps aux chiens désireux de retrouver leur maître. Avec leurs crocs, leurs pattes, ils s'ingénierent à arracher cette barrière jugée cependant solide. On dut donc attacher certains chiens les premières nuits.

Les avantages de ce chenil résidaient d'une part dans la température douce (voisine de 8° C) qui permettait ainsi aux animaux de boire ou de terminer leur repas la nuit, d'autre part la proximité des stagiaires et du vétérinaire (dormant à l'E.N.S.A.) permettait de surveiller éventuellement un chien malade.

On notait cependant trois inconvénients :

- la terre battue, sèche, alliée à un défaut d'aération favorisait la formation de nuages de poussière à l'entrée et à la sortie des chiens.
- l'absence de poste d'eau et de "cuisine" dans le chenil obligeait les stagiaires à transporter la boisson et les aliments, et à remporter les restes et les déchets.
- cette installation, située dans un sous-sol d'école, ne peut être que provisoire et nécessite un aménagement et un déménagement annuel.

C h a p i t r e I I

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

I - Paramètres étudiés.

II - Conditions d'examens, de prélèvements, d'analyses.

I - Paramètres étudiés.

Nous avons vu, dans la première partie théorique, quelles étaient les variations physiologiques importantes de l'organisme lors de son adaptation à l'exercice, au froid et à l'altitude.

S'il est possible, en laboratoire de reconstituer l'hypoxie, une température négative ou un effort soutenu sur une dénivellation importante, il est malheureusement extrêmement difficile de bâtir un laboratoire d'analyse moderne dans un couloir d'avalanche, à 2 000 mètres.

Malgré toute la bonne volonté et l'aide compréhensive des dirigeants du stage et des maîtres-chien, nous n'avons pu étudier que quelques aspects de l'adaptation biologique et fonctionnelle à l'effort en altitude des chiens d'avalanche.

1°) La température rectale.

C'est un excellent témoin des changements de la température corporelle profonde. Elle permet de constater la production de chaleur et, par là, juger de l'intensité de l'exercice. Par ailleurs, nous comparons, grâce aux courbes de récupération, le système de régulation thermique des sujets de race et d'âge différents soumis à l'effort et au froid.

Dans le même ordre d'idée, nous aurions pu, à l'aide d'un thermocouple, mesurer les températures cutanées ou de fourrure des animaux.

2°) La fréquence cardiaque.

Elle révèle le travail caché du coeur. Au repos, la notion de fréquence cardiaque ne nous renseigne pas sur l'aptitude d'un individu à l'effort. En effet, une fréquence cardiaque basse témoigne aussi bien d'une puissance aérobie élevée que d'une maladie. Par contre, sa mesure pendant et après un exercice permet d'apprécier la capacité fonctionnelle du système cardiovasculaire. Le retour au calme du pouls après un effort physique s'effectue en une durée variable qui dépend de la nature de cet effort.

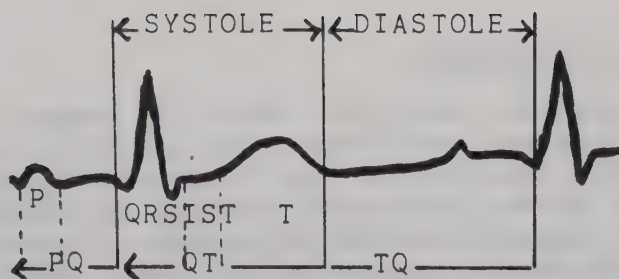
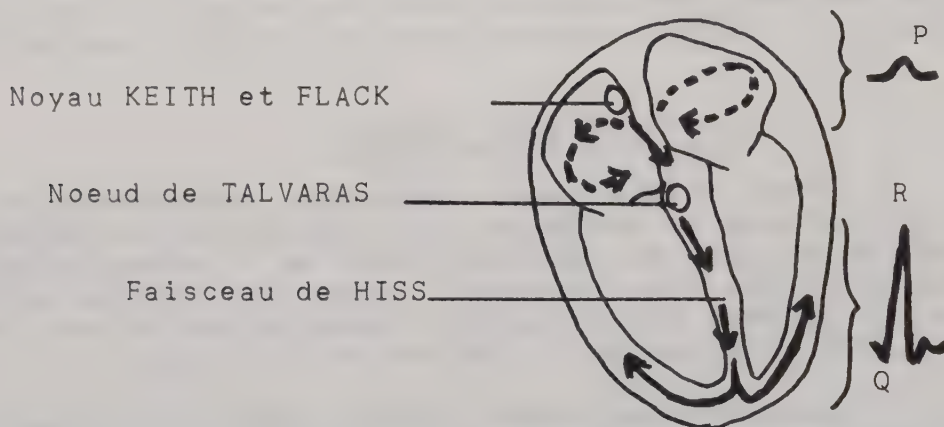
La simplicité de sa mesure fit de la fréquence cardiaque une des toutes premières méthodes de surveillance de l'entraînement. Elle est d'ailleurs à la base de nombreux tests dynamiques employés fréquemment en médecine du sport (test RUFFIER DICKSON, courbe de récupération cardiaque mise au point par Robert CHANOU).

3°) L'électrocardiographie.

Elle consiste à enregistrer les variations de l'activité électrique du coeur en fonction du temps.

A partir de la deuxième semaine, nous disposons d'un appareil portatif à une seule piste pour les trois dérivations bipolaires D₁, D₂, D₃ ou D_I, D_{II}, D_{III}. L'analyse des tracés obtenus dans les différentes dérivations permet :

- l'étude du rythme et de la fréquence cardiaque,
- l'analyse de la morphologie, de la durée, de l'amplitude des différents accidents successifs,
- le calcul des axes électriques.



Un influx de dépolarisation part régulièrement du noeud de KEITH et FLACK, envahit les oreillettes puis, après un ralentissement dans le tissu nodal, gagne rapidement le septum interventriculaire et les parois ventriculaires.

4°) La pression artérielle.

CARRAUD, dans sa thèse de Doctorat, montre que :

- tout exercice musculaire, même modéré, entraîne une augmentation importante des pressions systoliques et diastoliques (maximum de 190 mm de Hg pour la systolique et de 115 mm de Hg pour la diastolique).
- l'importance de l'exercice paraît ne pas être en rapport direct avec l'augmentation de la pression artérielle.
- pendant toute la durée de l'exercice, le niveau tensionnel se maintient constant.
- le retour tensionnel est très rapide (5 à 10 minutes).

Nous ne disposions pas, au cours des stages, de tensiomètres. Nous avons essayé, sans grand succès, un tensiomètre d'enfant. D'après GARRONNE, il apparaît que l'étude de la pression artérielle n'est pas un critère spécifique pour la surveillance de l'entraînement des animaux, mais elle garde tout son intérêt comme élément de l'examen classique cardiovasculaire.

5°) Examens hématologiques.

a. Globules rouges.

Chez le cheval, selon LAPRAS et coll. (1972), on observe une augmentation précoce de 15 à 20 % des globules rouges pour un exercice modéré au trot et de 40 à 60 % pour un effort plus intense de galop. La fatigue entraîne une baisse du nombre de globules rouges chez le cheval comme chez l'homme.

L'adaptation à l'altitude se traduit par une augmentation des globules rouges.

b. Globules blancs.

L'effort physique conduit à une hyperleucocytose globale, explicable par l'hémoconcentration. Immédiatement après une épreuve sportive, on remarque une polynucléose neutrophile avec éosinopénie et lymphopénie (effets identiques à ceux obtenus par injection de corticostéroïdes). Puis l'entraînement aboutit à une lymphocytose, après quelques semaines, qui semble coïncider avec une meilleure résistance à la fatigue.

c. Hématocrite.

Chez l'Homme, on note une élévation de l'hématocrite chez le sportif entraîné, résultat de l'hémoconcentration :

Valeurs normales	Chevaux
Au repos	36 à 43 %
Après l'effort	50 à 56 %

Les meilleures performances, selon IRVINE, chez les chevaux dans les épreuves de fond, semblent être obtenues par des chevaux qui présentent un hématoците de repos faible (moyenne 35 %) et une augmentation de 60 % après effort.

N.B. - Il existerait, comme pour les globules rouges, une relation entre la résistance à la fatigue et le taux d'hémoglobine, relation nette chez les pur-sang alors qu'elle l'est beaucoup moins dans le cas de jument et de chevaux hongres. Il semblerait que l'hormone mâle possède un rôle de stimulation.

6°) Examens biochimiques.

a. Glucose.

D'après ce que nous avons vu dans la première partie, la glycémie est modifiée d'une façon très variable au cours de l'exercice musculaire, suivant l'intensité de l'exercice, mais aussi suivant le degré d'entraînement du sujet.

Si l'exercice est modéré, la glycémie va diminuer pour ensuite remonter ou bien rester stationnaire si l'intensité demeure faible. Pour des épreuves de grande intensité, on peut souvent observer une hyperglycémie en début d'exercice.

La glycémie varie aussi en fonction de la température extérieure. Chez le cheval, on a constaté une certaine stabilité de glycémie des animaux bien entraînés.

b. Acides gras libres.

Nous avons vu le rôle important des AGNE aussi bien dans l'effort musculaire que dans l'adaptation au froid. Leur mobilité est, dans les deux cas, comparable. Le taux d'AGNE plasmatiques s'élève en général dès le début d'un exercice léger. Si le travail est plus important, il diminue ; il peut s'abaisser tout au long de l'effort.

c. Acide lactique.

Bien que nous n'ayons pas procédé au dosage de l'acide lactique, l'étude de la lactacidémie nous semble intéressante pour suivre la forme d'un sujet tout au long de la saison d'hiver.

D'après les études faites sur les chevaux, le sujet entraîné a une augmentation moins accusée dans sa lactacidémie qui retrouve plus rapidement sa valeur normale. On assiste à une diminution progressive du taux d'acide lactique sanguin tout au long de la période d'entraînement.

ASTRAND, SALTIN et HERMANSEN ont montré, en 1967, que la concentration sanguine en lactate était supérieure à haute altitude (ou hypoxie) qu'au bord de la mer. Nous verrons ultérieurement la confirmation, sur le chien, de ces constatations faites sur les chevaux.

d. La réserve alcaline.

Mesure de la réserve alcaline : cette terminologie ancienne doit être aujourd'hui abandonnée et remplacée par celle de "bicarbonate standard". En pratique, ce ne sont pas les bicarbonates que l'on dose, mais la quantité de CO_2 libérée à partir du plasma sous l'action combinée du vide et de l'acide sulfurique ou lactique. Le CO_2 mesuré provient donc à la fois du CO_2 dissout, du CO_3H_2 et des bicarbonates décomposés.

La concentration en bicarbonate standard se définit par la concentration de l'ion bicarbonate en mEq/l de plasma ou de sang total qui a été équilibré à une pCO_2 de 40 mm de Hg et à 37°C .

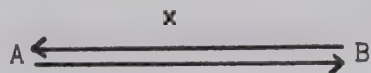
La réserve alcaline est étudiée chez les alpinistes, dans leur adaptation à l'altitude.

e. Sodium et potassium.

Nous nous sommes intéressés aux éventuelles variations de la natrémie et de la kaliémie pour connaître les répercussions sur l'organisme des diarrhées profuses qui affectent certains chiens. En outre l'électrocardiogramme peut révéler des troubles cardiaques liés à un taux anormal, aussi bien haut que faible de potassium.

f. Enzymologie.

L'étroite spécificité des enzymes pour leur substrat est mise à profit pour doser ces derniers au sein de milieux biologiques - mélanges fort complexes de substances variées. On mesure l'activité des enzymes par leur vitesse de réaction.



Soit x l'enzyme catalysant la transformation du substrat A en produit B.

$$\text{Vitesse de réaction} = - \frac{dA}{dt} = \frac{dB}{dt}$$

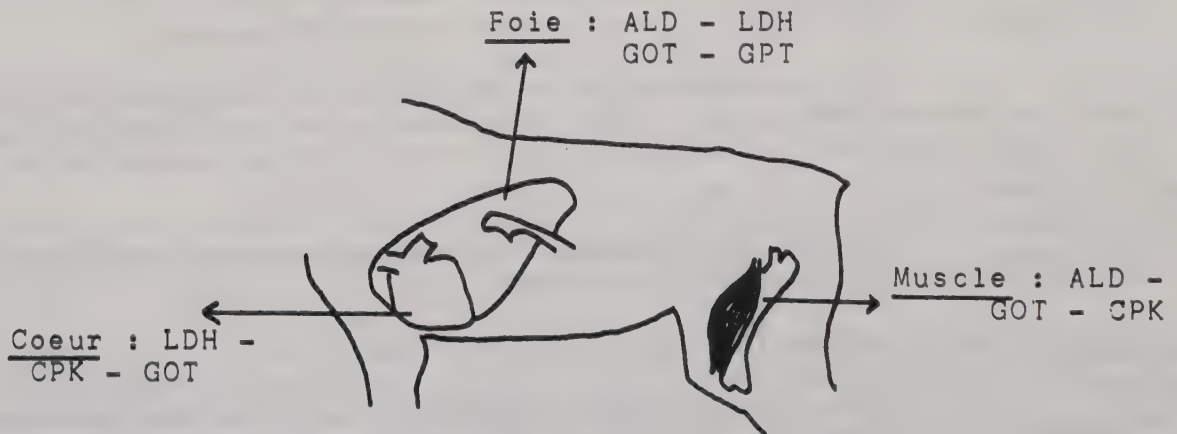
Mais cette réaction chimique dépend étroitement de :

- des proportions relatives entre enzymes et substrats,
- de la température,
- du pH du milieu.

Il est préférable d'utiliser comme prélèvement le sérum frais et exempt de toute trace d'hémolyse au plasma.

On exprime généralement les résultats en unité : c'est la quantité d'enzyme qui catalyse l'apparition ou la dégradation d'une micromole de produit ou substrat par minute.

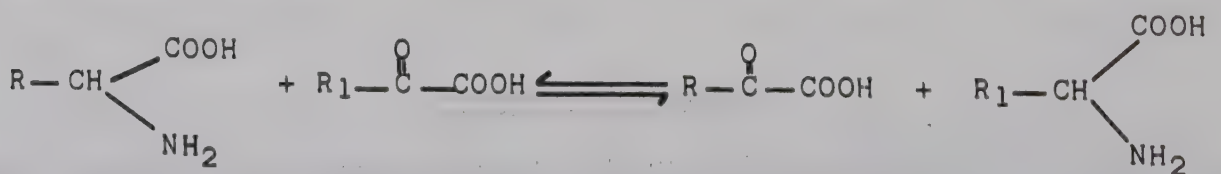
Enzymes étudiés : GOT, GPT, LDH. Le lieu d'élection de ces enzymes est indiqué dans le schéma ci-dessous.



GOT : transaminase glutamo oxaloacétique ou aspartate amino-transférase.

GPT : transaminase glutamo-pyruvique ou alanine amino-transférase.

Les transaminases présentes dans tous les tissus catalysent le transfert de la fonction amine d'un acide α-aminé donneur au groupement carbonyle d'un acide α-cétonique accepteur suivant le schéma :



LDH : Lactico-deshydrogénase catalyse l'arrachement d'hydrogène à un substrat et son transfert à un accepteur oxydé (NAD^+ , NADP^+).

CPK : créatine phospho-kinase est responsable de la phosphorylation de la créatine en phosphagène selon la réaction :



L'intérêt des mesures d'activité est triple :

- localiser la souffrance cellulaire : les différents tissus spécialisés de l'organisme possèdent un équipement enzymatique caractéristique reflétant leur orientation métabolique.
- évaluer la gravité de la souffrance. On estime que l'étendue de la lésion est proportionnelle à l'augmentation sérique d'un enzyme donné.
- estimer l'évolution de la souffrance : par des mesures successives, on note qu'un retour à la normale du taux sérique traduit généralement une tendance vers la guérison alors qu'un maintien et a fortiori une augmentation supplémentaire signent l'entretien ou l'aggravation du processus lésionnel.

7°) Autres examens.

Le calcul du volume cardiaque : nous n'avons pas pu, hélas, faire les radios cardiaques des chiens qui nous intéressaient, mais nous pensons qu'il serait instructif de les faire et, de là, de calculer le volume cardiaque (Cf. Ière Partie).

8°) Fecès.

Ayant à notre disposition un échantillonnage représentatif d'une population canine dont les membres, soumis aux mêmes agressions (froid, effort, altitude) ne présentent pas tous la même pathologie digestive, nous nous proposons, afin de parfaire notre connaissance de la flore intestinale et foecale des chiens, d'identifier et de dénombrer, dans les limites des techniques de laboratoire, certaines espèces bactériennes, "marqueurs" de la flore totale existant dans les fecès recueillis et d'étudier

a. L'influence de l'alimentation sur la flore.

- Tous les chiens entrant, le premier jour au stage, possèdent-ils la même flore ?
- Quinze jours d'alimentation connue et mesurée suffisent-ils pour modifier le microbisme intestinal ?

b. L'influence du milieu.

-
- Les perturbations physiologiques et physico-chimiques du contenu intestinal sont-elles la cause ou la conséquence des variations de la flore ?

c. L'étiologie du syndrome diarrhée.

En effet, à chaque stage, un certain nombre d'animaux présentent des diarrhées et il importait de savoir rechercher :

- Quelles espèces bactériennes apparaissent ou disparaissent lors des diarrhées ?
- Si les germes sont la cause ou la conséquence des syndromes gastro-intestinaux ?
- Si la contagion existe au sein de notre effectif ?
- Quelles modifications apporte la thérapeutique au contenu intestinal ?

II - Conditions d'examens, de prélèvements, d'analyses.

Nous pensions :

- dans un premier temps, faire courir suivant un parcours déterminé en milieu neigeux, des chiens préalablement choisis en fonction de leur âge, de leur condition physique, de leur lieu de résidence, afin d'avoir un échantillonnage complet représentatif d'animaux à l'effort : chien de montagne, chien de plaine, jeune, adulte, entraîné, sédentaire.
- dans un deuxième temps, demander à quelques chiens déjà opérationnels une prospection rapide puis lente sur une avalanche réelle.

Au terme de ces deux types d'exercices, nous aurions réalisé examens fonctionnels et prélèvements sanguins. Nous voulions faire trois entraînements :

1. le premier jour du stage : entraînement témoin,
2. le troisième ou quatrième jour du stage : pour voir l'acclimatement,
3. le dernier jour du stage.

En comparant les résultats entre chiens, entre exercices et entre entraînements, nous aurions suivi l'évolution physique des animaux, leur adaptation à l'effort, au froid, à l'altitude.

Malheureusement, nous avons dû renoncer à ce protocole afin de ne pas troubler le déroulement du stage. Les animaux viennent à CHAMONIX pour travailler et obtenir un brevet. Nous ne pouvons perturber leur formation, mais en profitant de chaque exercice, de chaque moment de repos, nous avons essayé de suivre leur évolution, leur adaptation.

Cependant la conjonction de facteurs climatiques défavorables durant la deuxième semaine, de précaires moyens d'exploration médicale et inexistantes pour l'acheminement de prélèvements vers les laboratoires de l'Ecole Vétérinaire, ne nous a pas permis de cadrer totalement, au fil des jours, l'adaptation physiologique de tels chiens.

1°) Température et fréquence cardiaque (F.C.)

Au cours du stage CHAMONIX 1976, nous prenons la température rectale des chiens ainsi que leur fréquence cardiaque, d'une part le matin en arrivant, d'autre part avant et après les exercices. On remarque rapidement que les deux premières valeurs de chaque paramètre sont identiques.

Mais, consécutives à l'apparition du froid, quelques difficultés surviennent : la colonne de mercure de nos thermomètres médicaux demande 5 minutes pour atteindre une valeur de 38,5° C. On s'abstient donc de prendre ces mesures les jours les plus froids. Nous rencontrons aussi des animaux qui, nerveux, réagissent par des mouvements brusques et font tomber les thermomètres : trois sont ainsi cassés.

Après l'exercice : "maître à vue", le halètement bruyant du chien, allié à un rythme cardiaque extrême rend l'écoute très difficile.

Nous écoutons les battements pendant 30 secondes, du temps 0 au temps + 30, puis du temps = 1 à t = + 30, puis du t = 2 à t = + 30. Or la lecture de la température sur un thermomètre médical nécessite une minute d'attente. On comprend facilement que chaque exercice réclame la présence de trois personnes : le maître, le vétérinaire qui compte les battements cardiaques toutes les 30 secondes et une personne qui relève la température toutes les minutes.

Entre deux examens, difficilement réalisables simultanément, nous avons toujours donné la préférence à l'écoute cardiaque aux dépens du relevé thermique.

2°) Electrocardiogramme.

Au début de la deuxième semaine, l'Ecole Vétérinaire nous remet un électrocardiographe portatif. Nous l'installons

et le laissons dans le local des pisteurs de LOGNAN, afin d'éviter des transports peu recommandés pour son bon fonctionnement. Malheureusement, cette pièce se situe dans la gare d'arrivée du télécabine de LOGNAN et de multiples interférences parasitent les premiers tracés et nous obligent à une journée de réglages.

Nous ne pouvons cependant pas considérer ces tracés comme des électrocardiogrammes d'effort comme on les comprend en médecine ou physiologie sportive humaine. Nous prenons les animaux immédiatement après leur dernier entraînement de la journée.

En effet, nous avons pu constater le très grand pouvoir de récupération des chiens. Et le temps nécessaire pour arriver jusqu'à l'électrocardiographe s'avérait suffisant pour effacer les éventuelles petites modifications consécutives à la prospection.

Ces électrocardiogrammes reflètent donc plus la fatigue d'une journée ou même d'un stage d'entraînement en milieu neigeux, à altitude moyenne intermittente, que l'effort d'intensité mesuré tel qu'il est analysé en laboratoire lorsqu'un chien ou un homme court sur un tapis roulant.

Nous examinerons plus spécialement deux tracés : celui de IAGO et celui de JANE.

3°) Prélèvements de sang.

Nous avons dû renoncer aux prélèvements sanguins immédiatement après l'effort, sur le terrain. En effet, en raison de la vasoconstriction d'une part, de la baisse de pression partielle d'oxygène d'autre part, les vacutainers récoltent des doses inexploitable.

Par ailleurs, s'il est possible, en clinique, de raser un fragment de trajectoire de veine sur le membre du chien, ou en montagne de trocarder un homme, ces deux préparations s'avèrent délicates et parfois même contre-indiquées sur des chiens nerveux travaillant 8 heures dans la neige et le froid.

Pour cette même raison, nous n'avons pu étudier les variations de la lactacidémie dans l'adaptation au froid, à l'altitude et à l'effort. En effet, si les artères telles que la carotide ou la fémorale sont accessibles, elles nécessitent une mise à nu, une manipulation entraînée..... et le consentement du propriétaire.

En 1975, tous les chiens du stage donnent deux fois du sang, et quelques-uns trois fois, le premier matin, le huitième et le dernier jour. Les tubes, transportés la nuit, en voiture, dans des emballages isothermiques arrivent la matin à

l'Ecole Vétérinaire où les laboratoires de médecine et de physiologie déterminent numération, hématocrite, glycémie, F.F.A., S.G.O.T., S.G.P.T., quelques L.D.H.

Cette année, le laboratoire MICHEL, de CHAMONIX, nous aide dans notre travail. Limités financièrement, nous restreignons nos examens à 14 chiens. Nous éliminons délibérément les dosages enzymatiques (L.D.H. - C.P.K.) car longs et onéreux, et demandons glycémies, natrémies, kaliémies, urées. Nous avons hésité à entreprendre les réserves alcalines et les résultats obtenus reflètent nos heures de réflexion trop longues pour la fragilité du dosage. Le lendemain, nous voulons contrôler la validité des résultats avec le sang de 4 chiens pris au hasard, mais alors que les prélèvements avaient été faits à 16 heures, la veille (après 20 heures de travail et de jeûne), le contrôle des réserves alcalines s'effectua à 7 h 30 du matin !!

Examens	Techniques	Normales
Numération G.R.	"Coulter Counter"	6 à 8 millions
Numération G.B.	" "	8 à 10 000
Hématocrite		
S.G.O.T.	Technique colorimétrique	40 - 50 unités
S.G.P.T.	REITMAN FRANKEL	35 - 40 unités
L.D.H.	Technique cinétique	
Glycémie	Technique colorimétrique	0,7 à 1,00 g/l
	à l'Orthotoluidine	
Urée	Colorimétrie D.A.M. +	0,15 à 0,40 g/l
	thiosemicarbazide	
Réserve alcaline		25 meg $\pm$ 2
F.F.A.	Méthode de Trout	
	Méthode de Duncombe	
Na	Spectrophotométrie de	138 à 145 mEq/l
K	flamme	4,7 $\pm$ 0,3 mEq/l

4°) Matières focales.

a. Prélèvements de fecès.

En vue d'étudier l'étiologie des diarrhées et d'examiner la variation de la flore, consécutive au changement d'alimentation d'une part, du milieu de l'autre, nous avons effectué trois prélèvements de fecès :

- le premier, le premier jour du stage pour déterminer la flore digestive du chien ;

- le deuxième à la fin du stage, pour voir l'éventuel changement dans cette flore, apporté par l'alimentation et le milieu ;
- un troisième à chaque épisode diarrhéique.

Recueillis dans des boîtes stériles, les fecès sont expédiés dans des emballages isothermiques au laboratoire de Microbiologie de l'Ecole Vétérinaire de Lyon. Les boîtes seront congelées afin de permettre leur étude échelonnée sur plusieurs semaines.

b. Techniques d'étude.

-
- Les souches bactériennes ont été isolées par ensemencement simultané sur les milieux classiques (gélose trypticase, gélose au sang) à partir de prélèvements du contenu intestinal.
 - L'identification des entérobactéries a été réalisée selon la méthode Api sur 20 caractères. Le système Api 20 enterobacteriacae est une galerie de 20 tubes permettant de rechercher 22 caractères biochimiques pour l'identification, en 18 à 24 heures des entérobactéries.
 - Les autres bactéries aérobies ont été identifiées selon les méthodes classiques, en tube.
 - Seule l'identification de *Welchia perfringens* (anaérobie) a été réalisée selon la méthode Api anaerobies.

C h a p i t r e I I I

ENTRAINEMENTS ET EXERCICES EN MONTAGNE

I - Entraînements.

II - Exercices.

I - Entraînements.

Le premier jour du stage, l'équipe subit un test cynophile :

- marche au pied en laisse, avec changement de direction.
- marche au pied sans laisse.
- assis et terre au pied du conducteur.
- coucher libre.
- envoi en avant et rappel au pied.

Cette année, en raison du faible enneigement, les entraînements se passèrent la première semaine au BREVENT (cf. carte), puis après les chutes de neige le samedi et le dimanche à LOGNAN.

Sur le terrain, les 28 équipes cynophiles se répartissaient en 4 classes sous la surveillance, chacune, de 2 moniteurs. Le recyclage des brevetés des années précédentes était assuré par un seul moniteur.

Le Directeur, aidé d'un Directeur technique, supervisait les 5 groupes. Le vétérinaire passait de classe en classe pour regarder et soigner éventuellement les chiens.

G. LIMONNE a expliqué, dans sa thèse de Doctorat Vétérinaire : "LES CHIENS D'AVALANCHE", la formation du chien d'avalanche. Sans reprendre cette étude, on peut rappeler que l'éducation du chien et du maître passe par trois stades : débutant, transition et opérationnelle.

1°) Les débutants.

Ils apprennent tout d'abord les notions élémentaires de recherche en avalanche en 4 phases :

1. Après avoir damé et creusé une tranchée, le maître caresse son animal puis se dirige dans le trou en l'appelant au cours du trajet et en disparaissant dans la tranchée. Le moniteur qui tenait le chien le lâche. Ce dernier fonce retrouver son maître qui le félicite.
2. Dans la deuxième phase, le maître est recouvert d'une couche de neige par des pelleteurs. Le chien apprend à gratter sur le foyer d'odeurs de son maître.
3. Dans le troisième temps, le conducteur et un étranger se dirigent ensemble vers le trou. Le chien découvre en premier l'étranger puis, derrière une murette, son maître.
4. Enfin, pour la quatrième phase, le conducteur tient son animal au point de départ. Le même étranger est enseveli. Le maître

envoie son chien en avant. Quand celui-ci a découvert le foyer d'odeurs, il gratte. Le maître le rejoint et tous les deux dégagent la "victime".

En deux jours le chien apprend correctement ces quatre phases.

Nous n'avons pas pratiqué d'examens dans ces phases d'apprentissage, d'une part pour ne pas gêner dans leurs premiers exercices des chiens déjà surpris par l'environnement, d'autre part pour détecter dans cet effectif important les animaux les plus caractéristiques à suivre dans leur travail. Chaque chien opère suivant un rythme propre, dans un style particulier qui sont fonction de son âge, de son tempérament et de celui de son maître.

Nous avons commencé nos observations le mercredi alors que la plupart des chiens s'habituait aux exercices de transition. Ce premier jour nous a permis de mettre au point un certain protocole expérimental, mais nous avons oublié certains paramètres tels que la température rectale des animaux, le matin au repos, la température de la neige et de l'air.

La Station Météorologique de CHAMONIX nous a prêté, le jeudi matin, un thermomètre à neige et un à minima qu'on laisse sous abri, la première semaine au BREVENT et la deuxième semaine à LOGNAN. Tous les jours nous avons relevé les températures minimales enregistrées la nuit, celle à 8 heures et celle de midi.

Cependant nous avons procédé à des prélèvements sanguins le lundi soir, c'est-à-dire environ 50 heures après l'arrivée des chiens et après deux jours d'entraînement (cf. résultats plus loin).

Il serait souhaitable de faire des tests biologiques et fonctionnels dès le premier jour pour étudier le comportement du chien et la rapidité de son adaptation à l'effort en montagne.

2°) La classe de transition.

Le travail demandé à l'équipe se rapproche de la réalité. Les exercices se déroulent sur une surface préparée qui prend l'aspect d'une zone avalancheuse : déclivité, rochers, replats éventuels... Elle atteint 30 x 60 mètres.

L'exercice se caractérise par la recherche conduite par le maître, de deux personnes disparues. Le conducteur ne connaît pas l'emplacement des victimes. Le but est d'étudier comparativement les comportements des chiens en fonction de l'effort demandé, de l'altitude, des conditions climatiques. Nous avons pris la température rectale et le pouls de l'animal en arrivant, le matin, à 2 000 mètres.

Nous comparerons, tout d'abord, deux jeunes Bergers allemands, mâles, habitués à la montagne ; puis, dans un deuxième temps, le travail de deux femelles dont l'une vit en plaine et l'autre à ISOLA 2000, avec le travail d'un mâle habitant en plaine.

a. KAYE - L'KIDU.

Altitude : 2 050 mètres.

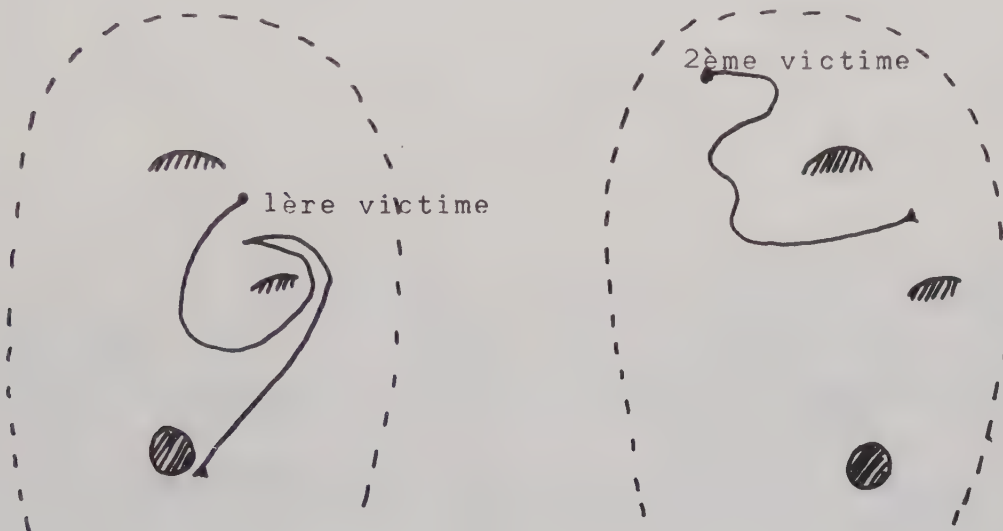
Terrain : surface 30 x 40 mètres - dénivellation 30 à 40 %.

Nombreux rochers découverts, quelques trous peu profonds (1 mètre environ).

Conditions climatiques : température de l'air : - 4° C.

Température de la neige : 0° C.

Neige en gobelets.



KAYE : chien mâle, 10 mois, 37 kilos, appartient à un pisteur de LA CLUSAZ (Serge POLLET VILLARD). Habitué à courir sous les télésièges, fougeux, indépendant, il pleure à l'attache, considère les premiers jours son travail comme un jeu.

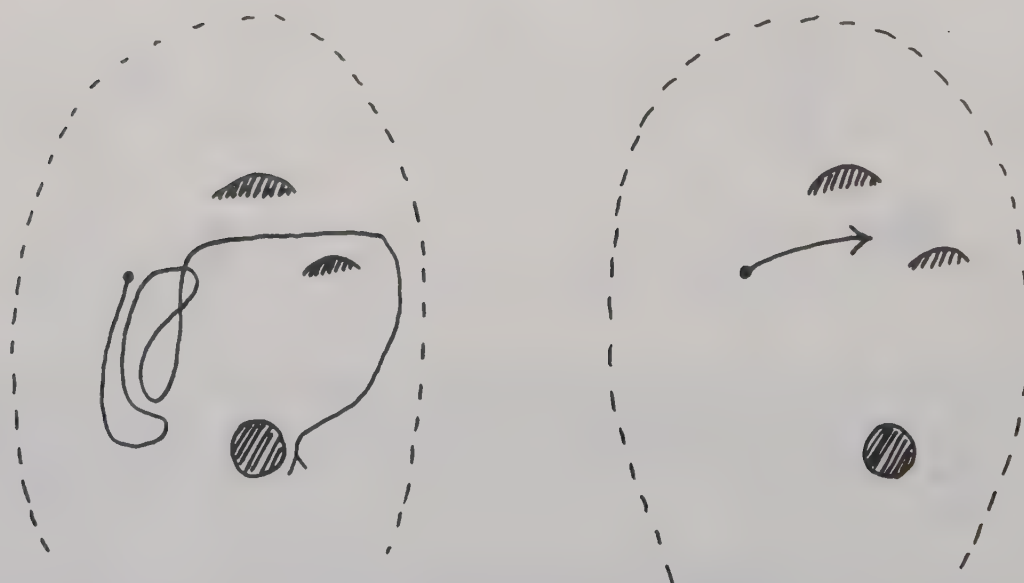
Recherche de la première victime : le maître, après avoir analysé la situation, s'être informé du nombre de victimes, décide d'entreprendre une recherche sommaire, rapide, et place son chien au bas de l'avalanche. Le chien prospecte librement, avec entrain. Deux minutes après son départ, il gratte sur un foyer d'odeurs. Le conducteur, à ses côtés, l'aide à percer le trou et à dégager la victime (2 minutes). Cependant, avant que celle-ci soit totalement dégagée, il relance KAYE afin qu'il ne se fixe pas trop longtemps sur ce foyer d'odeurs et considère sa mission comme accomplie.

Recherche de la deuxième victime : le chien travaille plus lentement. La pente et la surface à prospector, plus importantes que dans la classe précédente, demandent de la persévérance de la part du jeune animal. Il découvre cependant la deuxième victime 2 minutes 30 plus tard environ.

Au terme de cet exercice, le chien ne présente aucun signe de fatigue. Sa température rectale s'est élevée de deux dixièmes et sa fréquence cardiaque a augmenté de 16 pulsations.

	Température	Fréquence cardiaque
Repos	38°4	98
Effort	38°6	114

Temps total de travail : 6 minutes.



L'KIDU : Berger allemand, mâle, 1 an (janvier 1975). Poids 35 kilos. Appartient à un gardien de refuge chamoniard. Affectueux, très près de son maître, présente une certaine agressivité à l'attache envers d'autres chiens ou des étrangers.

Recherche des victimes : le chien travaille lentement. Il évolue à peu de distance de son maître et découvre la

première victime en 4 minutes. Après avoir gratté 15 à 20 secondes, il part, relancé par son maître et marque la deuxième victime 45 secondes plus tard.

A la fin de sa prospection, le chien ne révèle aucun signe de fatigue ni respiratoire, ni cardiaque.

	Température	Fréquence cardiaque
Repos	38°5	70
Effort	39°4	96

Temps total de travail : inférieur à 5 minutes.

Les deux équipes cynophiles prospectent sur le même terrain, sous les conseils du même moniteur.

Ces exercices simples nous posent cependant quelques problèmes :

- au terme de leur travail, les chiens se trouvent, le plus souvent, en haut de l'avalanche. Pour ne pas les troubler, nous restons toujours en arrière d'eux. Or nous avons remarqué que, dans certains cas, le délai nécessaire pour les rejoindre correspondait à leur temps de récupération. Le rythme cardiaque avait presque retrouvé sa valeur initiale.
- La prise de température entraîne une accélération cardiaque variable, suivant le tempérament nerveux du chien.
- Sur des efforts aussi brefs, nous ne pouvons pas établir de courbes de récupération, car nous entendions, au stéthoscope, le coeur revenir à son rythme normal en moins de deux minutes.

b. JANE - IWALKI - UPSAL.

Une deuxième étude comportementale met en parallèle trois chiens, deux femelles : JANE et IWALKI et un mâle : UPSAL.

Altitude : 2 050 mètres.

Terrain : surface 30 x 40 mètres - dénivellation 20 à 30 % - dépourvue de rochers.

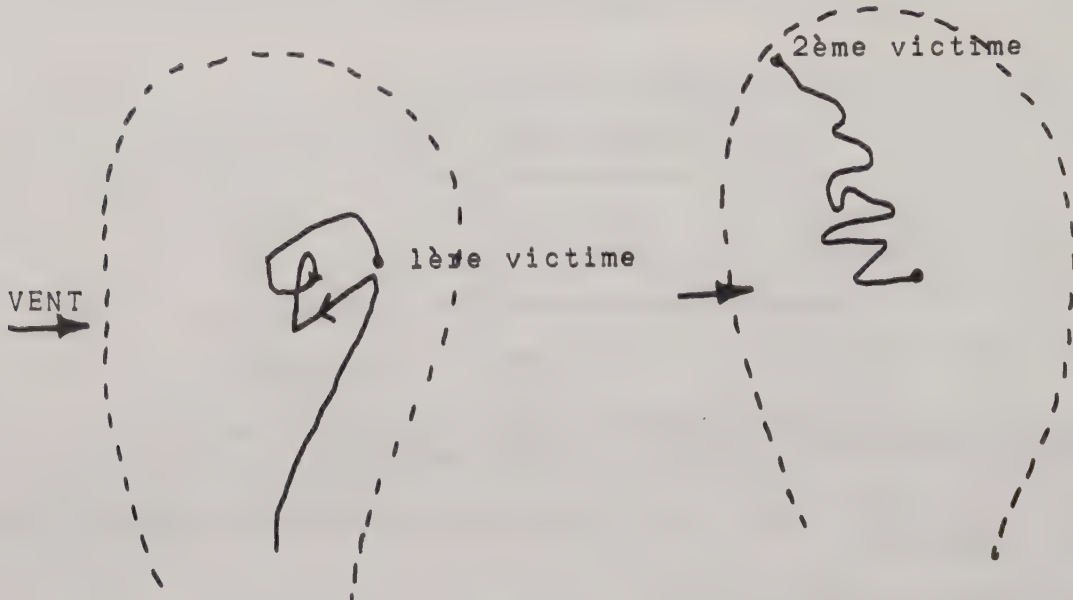
Conditions climatiques : VENT FORT.

température de l'air : - 4° C.

température de la neige : 0°.

neige en gobelets.

JANE : femelle Berger allemand, 18 mois. Poids 31 kilos. Vit à ISOLA 2000. Le maître et l'animal sont arrivés à CHAMONIX après un voyage en train de 12 heures. La chienne présentait peu d'entrain les premiers jours. Elle a l'habitude de vivre continuellement avec son maître.



Recherche des disparus : après avoir étudié l'avalanche et énoncé au moniteur les décisions qui s'imposent dans un tel accident, le conducteur note la direction du vent et place sa chienne à quelques mètres en retrait du pied du cône d'avalanche. Il se peut, en effet, que la victime soit proche de la base, ou même poussée à l'extérieur dans la neige fraîche. Le vent souffle transversalement. Aussi si le chien n'est pas tenu d'aller au bord de l'avalanche côté au vent, il doit dépasser cette limite de l'autre côté.

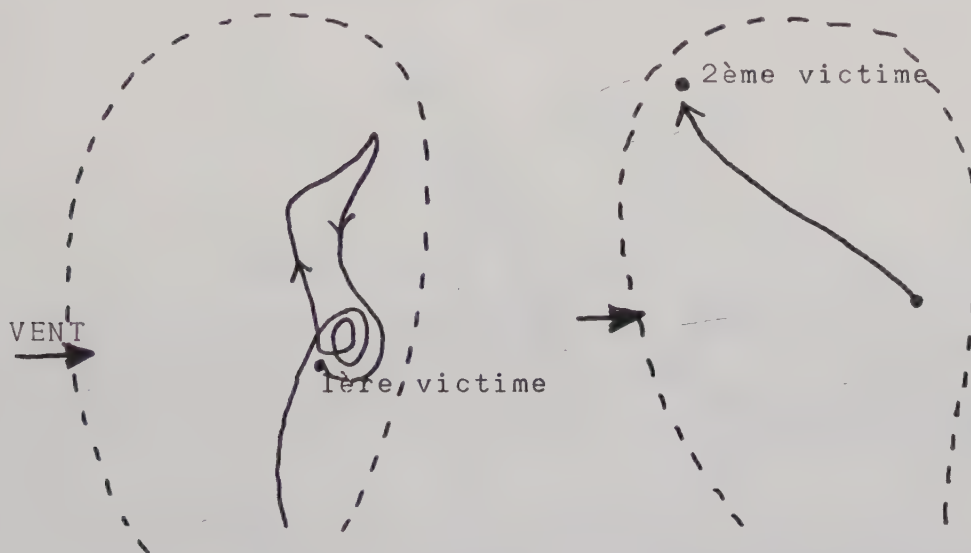
La chienne semble fatiguée, regarde son maître, ne bouge que lorsque celui-ci avance un pied, se couche souvent et attend. Elle semble cependant avoir senti des effluves, mais hésite et tourne. Elle marque d'un grattage discret la première victime 10 minutes après son départ puis se couche attendant le dégagement du "blessé". Relancée, la deuxième personne sortira 10 minutes après la première.

JANE apparaît abattue. Elle perd rapidement l'envie de chercher et un entraînement progressif sera, sans doute, indispensable. Du point de vue vétérinaire, nous suivrons très attentivement cette chienne.

	Température	Fréquence cardiaque
Repos	38°6	116
Effort	38°8	122

Temps total de travail : 20 minutes.

IWALKI : Il est intéressant d'opposer à JANE, "chienne de montagne", une chienne de plaine (OYONNAX) : IWALKI. Berger allemand, 2 ans 1/2, plus vive mais aussi attachée à son maître.



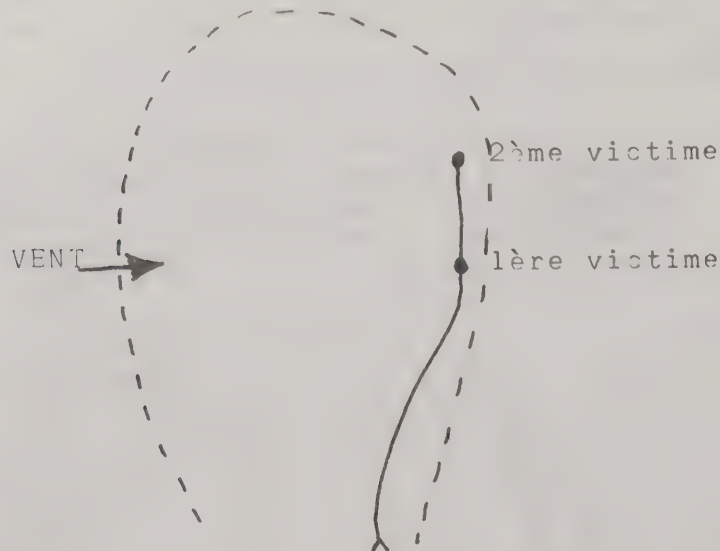
Recherche des disparus : la chienne travaille lentement. Elle semble gênée par le vent. Après s'être dirigée rapidement vers l'emplacement de la victime, elle hésite longtemps, la dépasse. Un changement brusque dans le sens du vent la renseigne. Elle redescend remarquer la première victime 4 minutes après le début de sa prospection. Après avoir gratté pendant une minute, elle attend trois minutes le dégagement de l'enseveli.

Pour la deuxième personne, elle perçoit les effluves de loin et monte vers elle en 15 secondes. Dans cette seconde recherche très rapide, son maître et nous sommes largement distancés. Quand nous arrivons, la chienne commence déjà à récupérer.

	Température	Fréquence cardiaque
Repos	38°6	108
Effort	38°9	126

Temps total de recherche : 8 minutes avec trois minutes de repos.

UPSAL : Berger belge, mâle, 4 ans. Chien de plaine (OYONNAX), adulte. Chien équilibré qui aime travailler avec son maître.



Bien placé et bien lancé au départ, le chien monte rapidement, en 15 secondes, jusqu'au foyer d'odeurs. Il gratte, perce un trou, voit qu'il a trouvé, se désintéresse alors du dégagement de la victime. Il marque la deuxième 10 secondes après la première.

Le chien ne montre aucun signe de fatigue.

	Température	Fréquence cardiaque
Repos	38°4	88
Effort	38°4	102

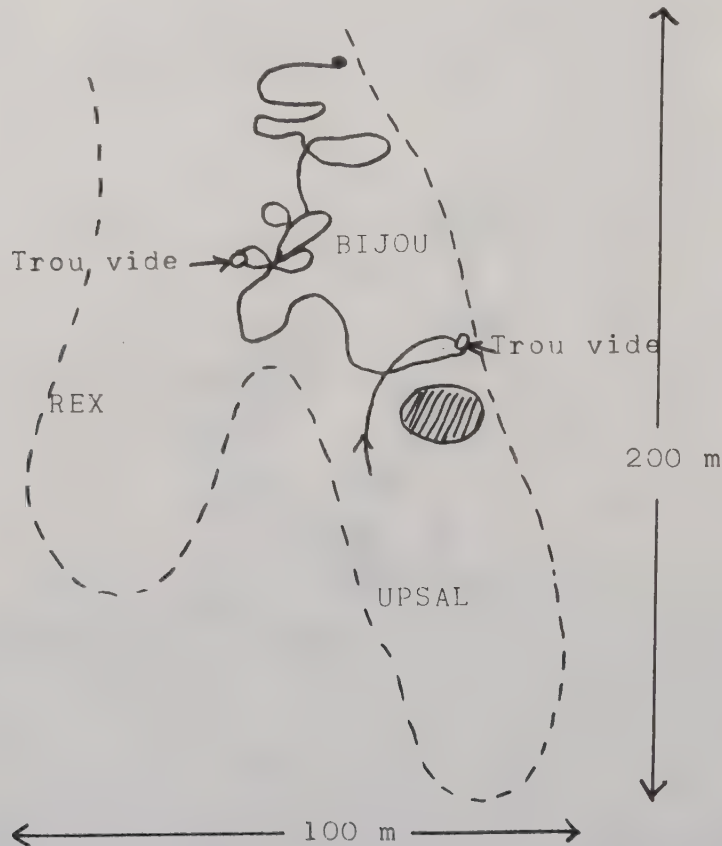
Temps total de recherche : moins de 2 minutes.

3°) La classe opérationnelle.

Les exercices correspondent à des situations réelles, à des difficultés croissantes : la déclivité, la surface à prospecter, la profondeur d'enfouissement, le nombre de victimes augmente. Plusieurs chiens peuvent travailler simultanément.

BIJOU : Berger allemand, mâle. Pèse 28 kilos. Vit à LISSARDAI (Italie), en montagne.

L'auscultation cardiaque, le premier jour, à CHAMONIX, a révélé une arythmie. Les premiers entraînements semblent le fatiguer et un repos d'une demi-journée lui est accordé. Une radio cardiaque et un électrocardiogramme seront alors faits.



Le 28 janvier, BIJOU travaille avec deux autres chiens : REX et UPSAL qui trouvent rapidement "leurs victimes" dans leur département avalancheux.

BIJOU semble gêné par ses compagnons pendant quelques minutes. Il prospecte lentement, s'arrête souvent. Il marque une seule victime après avoir gratté sur deux trous vides.

	Température	Fréquence cardiaque
Repos	38°	88
Effort	39°	110

Temps total de recherche : 20 minutes.

II - Exercices.

Deux types d'exercices :

- maître à vue : le maître est placé en haut d'une butte. Le chien, retenu par un étranger, est lâché au signal. La distance et la dénivellation sont connues.
- Le chien court avec son maître sur le même terrain.

Dans les deux exercices, on mesure le temps de parcours de chaque chien, sa température, sa fréquence cardiaque au repos, à l'arrivée et après effort jusqu'à ce que les valeurs soient redevenues normales.

Samedi 24 janvier 1976 : exercice maître à vue.

Conditions atmosphériques : température de l'air : - 10° C
température de la neige : - 6° C.
Il neige. Vent fort transversal.

Terrain : BREVENT - Altitude 1 950 - 2 000 mètres.
Dénivellation 45 % après un faux-plat.
Distance 100 mètres.
Terrain pratiquement damé.

Résultats : voir tableau page 74 et courbe page 75.

Deuxième exercice avec le maître.

Conditions atmosphériques : température de l'air : - 14° C
température de la neige : - 14° C
neige et brouillard.

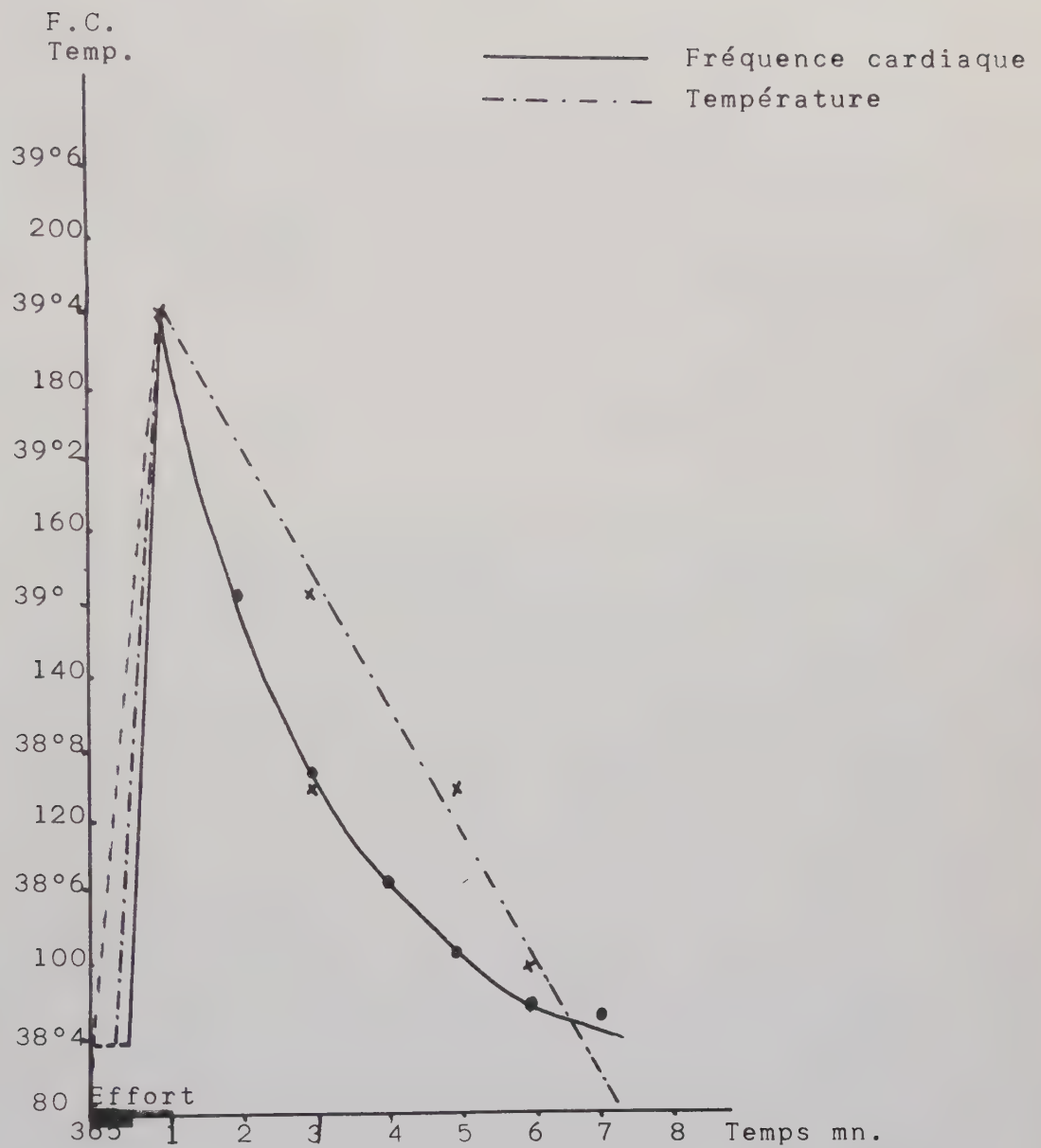
Terrain : le même que pour le précédent exercice.

Chiens	VOLVIC	BIJOU
Temps parcours	2 minutes	1 mn 10 s
F.C. effort	134	100
F.C. 1	126	98
F.C. 2	122	96

Troisième exercice : exercice identique au premier mais le parcours est un couloir d'avalanche. Dénivellation 30 %. Combe des recyclés : longueur 200 mètres.

ROCK : lourd, 7 ans. Neige difficile. Le chien enfonce.
Temps de parcours 4 minutes.

Chiens	IOURI	J'NIEL	ROCK	FLIC	V1DOC	VOLVIC	BIJOU	UDO	Moyennes
Age	2ans1/2	5 ans	7 ans	5 ans	4 ans	3ans 1/2		4ans1/2	
Tps parcours	24 s	26 s	67 s	40 s	26 s	50 s	28 s	26 s	36 s
Température av/effort	38°7	38°2	38°6	38°3	38°4	38°6	38°	38°4	38°4
Fréq.card. av/effort	84	74	84	100	80	120	88	94	90,5
temp. E	39°4	39°7	39°4	39°5	39°4	39°2	39°2	39°6	39°42
temp. 2									
temp. 3	39°	39°2	38°9	39°		38°7			39°02
temp. 4									
temp. 5		38°7							38°75
temp. 6	38°4	38°4	38°6	38°5	38°6			38°8	38°5
F.C. E	200	188	192	200	184	200	180	198	189
F.C. 1	160	144	148	156	144	160	150	152	153
F.C. 2	132	116	126	120	120	138	140	126	127,3
F.C. 3	110	104	114	115	104	130	116	112	113
F.C. 4	96	92	104	104	92	124	108	100	102,5
F.C. 5		82	100				106		94,8
F.C. 6			94						94



Courbe de récupération thermique et cardiaque après effort (valeurs moyennes).

	Fréquence cardiaque	Température
Repos	88	38°6
Effort	146	39°6
1	144	39°6
2	130	39°0
3	120	
4	114	38°8
5	104	
6	94	38°6
7	90	

C h a p i t r e I V

RESULTATS ET ANALYSE DES RESULTATS

ELECTROCARDIOGRAMMES.

Le dernier jour, après les prospections, nous avons enregistré huit électrocardiogrammes. La température de l'air voisine - 14° C, celle de la neige - 17° C. L'altitude de LOGNAN est de 2 000 mètres.

D'après les tracés, nous pouvons étudier :

- 1° - la fréquence : la fréquence cardiaque normale, chez le chien sain, est très variable. Chez le Berger allemand adulte, on admet comme normale une fréquence inférieure à 140 battements par minute. Chez le jeune animal, elle peut atteindre des valeurs supérieures (jusqu'à 200 d'après B. CLERC).
- 2° - le rythme : le rythme est dit sinusal lorsque le silence électrique qui accompagne la diastole est suivi d'une onde P, puis d'un complexe rapide QRS, enfin d'une onde de repolarisation T. Chez les chiens d'avalanche, nous observons un rythme sinusal.
Sur le tracé entier, nous pouvons voir, quelquefois, une arythmie respiratoire sinusale se traduisant par une augmentation, en fin d'expiration. Nous ne l'avons cependant pas noté sur tout les tracés.
- 3° - la conduction : la durée des ondes et des intervalles permet de connaître la vitesse de conduction du courant. Nous n'avons rapporté ici que les calculs de JANE et de IAGO. Les autres présentent des temps de conduction électrique normaux. Valeurs indicatives en centièmes de seconde :
$$P = 4 \pm 1$$
$$QRS = 5 \pm 1$$
- 4° - Morphologie des ondes :
 - Onde P : toujours positive en D₂, nulle en D₁. Peut être négative en D₃. Amplitude maximale : 0,3 V. Forme symétrique.
 - Complexe QRS : positif en D₂D₃ - Faiblement positif ou nul en D₁.
Complexes anormaux quand : $QRS < 0,5 \text{ mV}$
 $QRS > 0,3 \text{ mV}$
Forme généralement de type R, qR, Rs.
 - Segment ST : très souvent T semble partir directement de QRS ou bien l'onde T part insensiblement après QRS et le segment ST ne peut être mis en évidence.
 - Onde T : normalement de même sens que QRS. Elle est égale à $0,146 \text{ mV} \pm 0,3$. Elle est considérée comme pathologique quand $T < 25 \%$ de R correspondant.

5° - L'axe électrique : la représentation de l'axe électrique est intéressante lorsqu'on a plusieurs tracés du même chien pour voir son évolution. C'est pourquoi nous le calculerons seulement pour IAGO. CLERC affirme que chez le Berger allemand : $81^{\circ} < A \text{ QRS} < 84^{\circ}$, alors que l'école américaine admet $40^{\circ} < A \text{ QRS} < 110^{\circ}$

Nous voyons, sur les enregistrements de la page 78 et le tableau de la page 79 que les électrocardiogrammes de KAYE IOURI, L'KIDU, UPSAL, IWALKI, U'NIL, JORK, sont normaux.

Etudions maintenant ceux de IAGO puis de JANE.

IAGO, berger allemand appartenant à M. Cesare OLLIER de COURMAYEUR

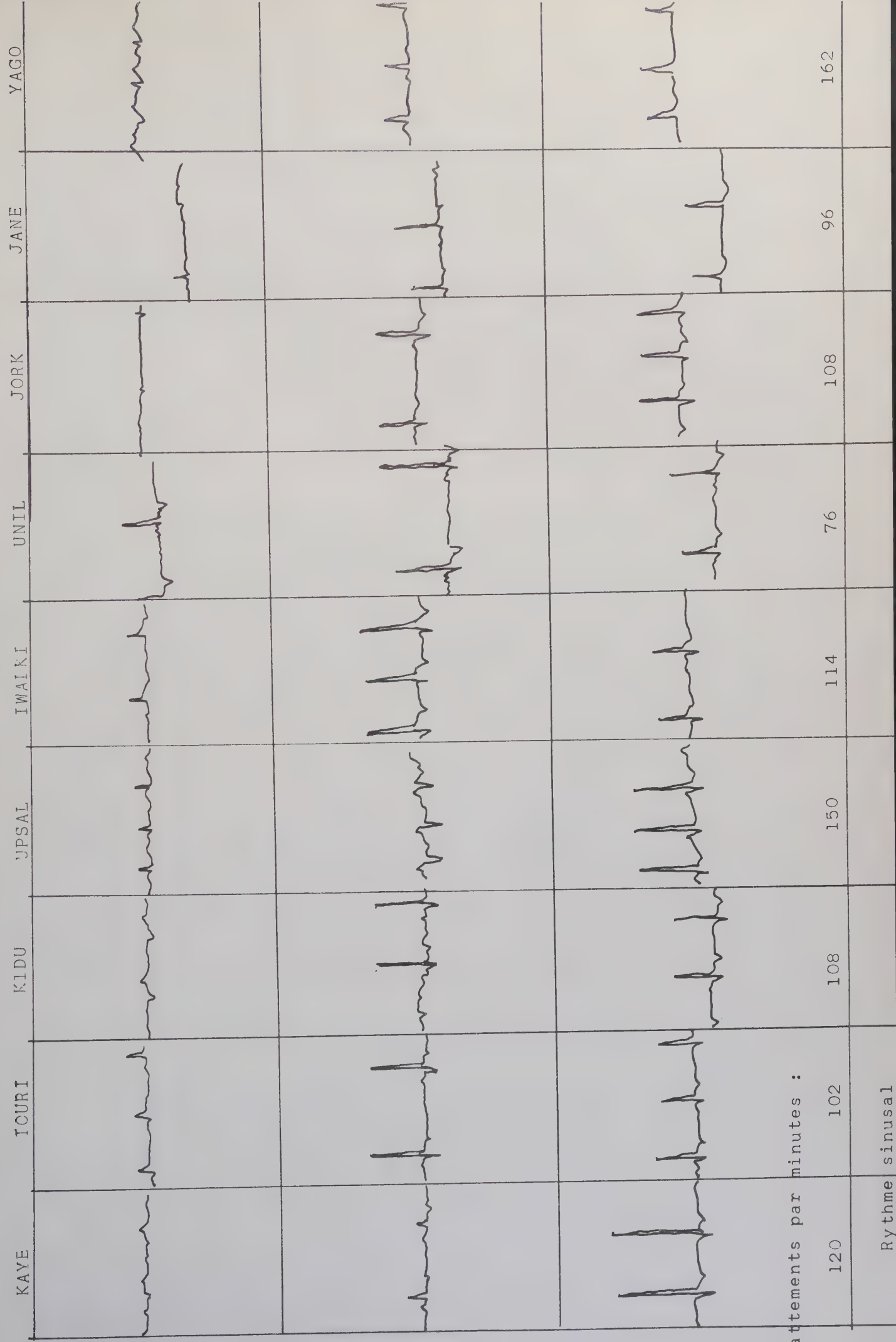
(Italie).

Le mardi 27, le chien travaille sans entrain et son propriétaire note un vomissement le soir. Le lendemain, IAGO s'arrête brusquement dans sa prospection, se couche. Il présente des contractures des membres postérieurs et lombaires. L'auscultation cardiaque révèle un rythme anormalement rapide.

Nous diagnostiquons une myosite avec risques de complications rénales et nous prescrivons un traitement énergique. Le jour même : Hépatorénal N.D., Biosolamine N.D. (ADN - ATP), Solumédrol N.D. (corticoïdes). Pendant trois jours, comprimés de Biocompriaméine. Nous ordonnons, parallèlement, le repos du mercredi midi au jeudi après-midi. Un exercice de remise en condition est effectué le jeudi en début d'après-midi. Le chien montre quelques signes de légères contractures et peu d'entrain.

Le vendredi, l'exercice sera beaucoup plus concluant tant du point de vue technique que médical. Trois électrocardiogrammes furent faits :

- le jour de l'accident musculaire, à CHAMONTIX
- le jeudi avant le travail, à LOGNAN
- le jeudi après la prospection, à LOGNAN.



	KAYE	IOURI	L'KIDU	UPSAL	IWALKI	U'NIL	JORK
Fréquence	120/mn	102/mn	108/mn	150/mn	114/mn	76/mn	108/mn
P	D ₁	0	0	+ 0,1	0	0	0
	D ₂	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,12	0	+ 0,08	+ 0,05
	D ₃	+ 0,1	+ 0,05	+ 0,1	0	0	0
QRS	D ₁	0	+ 0,30	+ 0,28	+ 0,30	+ 0,90	0
	D ₂	+ 1,30	+ 0,90	+ 1,20	+ 0,90	+ 1	+ 0,50
	D ₃	+ 1,40	+ 0,80	+ 0,90	+ 0,30	+ 0,70	+ 0,70
T	D ₁		0	+ 0,08	+ T	- 0,13	0
	D ₂	+ 0,10	- 0,10	- 0,05	- 0,20	- 0,20	- 0,08
	D ₃	- 0,10	- 0,10	- 0,10	- 0,12	- 0,12	- 0,10

Analyse des électrocardiogrammes de IAGO.

28 janvier 1976 : rythme - fréquence 162. Cycle sinusal. Morphologie en D₂.

	P	QRS	ST
Temps	0,04	0,04	0,12
Direction	+ 1	+ 1	légèrement + 1
Amplitude nV	0,1	0,1	0,1
Forme	Normale	Qr	Normale

Etude comparée des dérivations.

	Direct P	Amplit	Direct R	Amplit	Direct T	Amplit
D ₁	+	0,1	-	0,5	+	0,15
D ₂	+	0,1	+	0,1	+	0,08
D ₃	Indiscernable		+	0,5	-	0,10

Conclusion : la morphologie altérée en D₁ présente une succession normale.

29 janvier 1976 : rythme - fréquence 96. Cycle sinusal. Morphologie en D₂.

	P	QRS	ST
Temps	Indiscernable	0,060	0,16
Direction	+	+ 3 + 4	- 1
Amplitude nV	Indiscernable	0,3	0,1
forme	-	QR	inversé

IAGO

28 janvier 1976

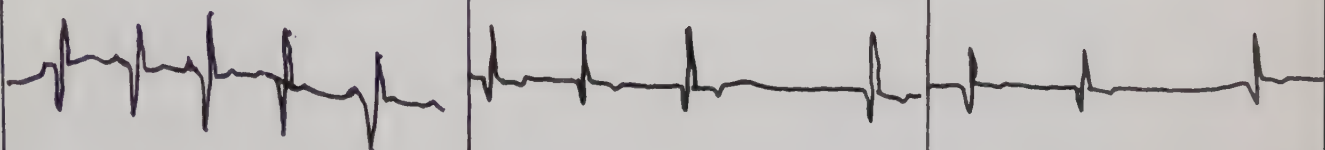
29 janvier 76 12h45

29 janvier 76 15 h

D₁



D₂



D₃



Fréquence :

162

96

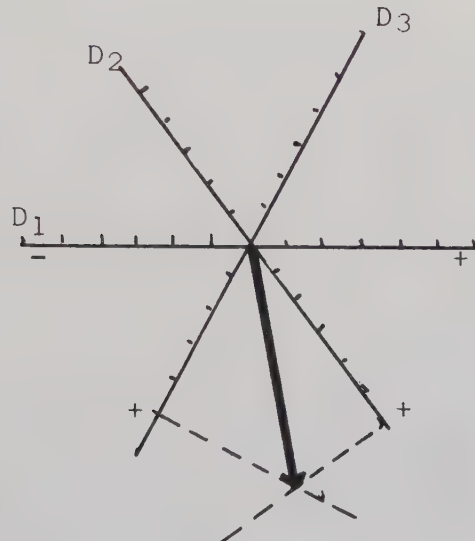
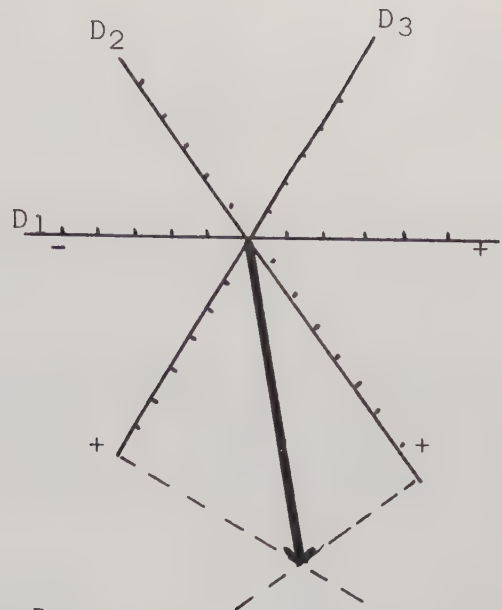
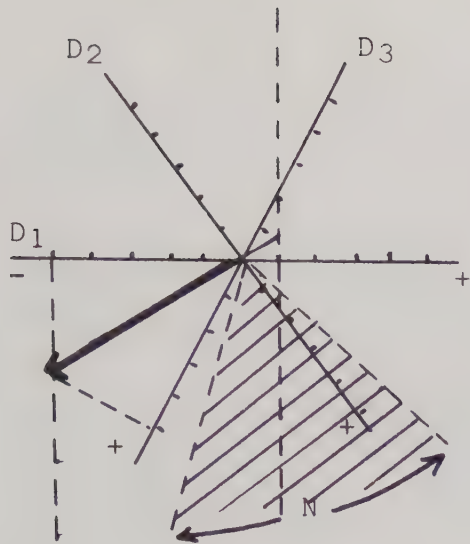
84

	Direct P	Amplit	Direct R	Amplit	Direct T	Amplit
D ₁	+	0,08	<u>±</u>	0,01	+	0,08
D ₂	Indiscernable		+	0,80	-	0,10
D ₃			+	0,70	-	0,20

29 janvier 1976, à 15 heures : rythme - fréquence 84. Cycle sinusal. Morphologie en D₂.

	P	QRS	ST
Temps	0,04	0,060	0,13
Direction	+ 0,3	+ 2 + 3	- 0,5
Amplitude nV	0,03	0,2 0,3	0,05
Forme	p	QR	T inversé

	Direct P	Amplit	Direct R	Amplit	Direct T	Amplit
D ₁	+	0,05	<u>±</u>	0,10	+	0,05
D ₂	+	0,03	+	0,5 0,6	-	0,05
D ₃	Indiscernable		+	0,50	-	0,20



L'étude détaillée du tracé de IAGO montre :

- une amplitude du complexe QRS anormale.

Valeur habituelle :	0,5	QRS	3 nV
Valeur notée le 28/		QRS	= 0,1
le 29/12h		QRS	= 0,3
le 29/15h		QRS	= 0,3

- une déviation de l'axe électrique vers la droite, le 28. L'axe électrique revient dans l'espace normal le 29.

Cet électrocardiogramme ressemble à celui témoignant d'une surcharge ventriculaire droite : déviation de l'axe électrique vers le côté qui souffre. La cause de cette souffrance passagère du ventricule D peut être recherchée en aval : artère -

poumon, dans une perturbation hémodynamique d'origine pulmonaire. Cependant, à partir de ces données et en l'absence de moyens complémentaires, on ne peut mettre en évidence une étiologie lésionnelle ou une insuffisance fonctionnelle.

Il aurait été utile de compléter l'examen cardiaque par une radio thoracique pour visualiser l'état du coeur et des poumons, et en médecine humaine, nous ne pourrions nous passer de la prise de pression artérielle.

Par ailleurs, nous pouvons rapprocher cet accident musculaire de celui trouvé en pathologie sportive humaine chez des athlètes à antécédents hépatiques, qui abusent de protéines animales dans leur alimentation. Or, IAGO, gros mangeur de viande, a eu, au moment du sevrage, quelques petits problèmes digestifs.

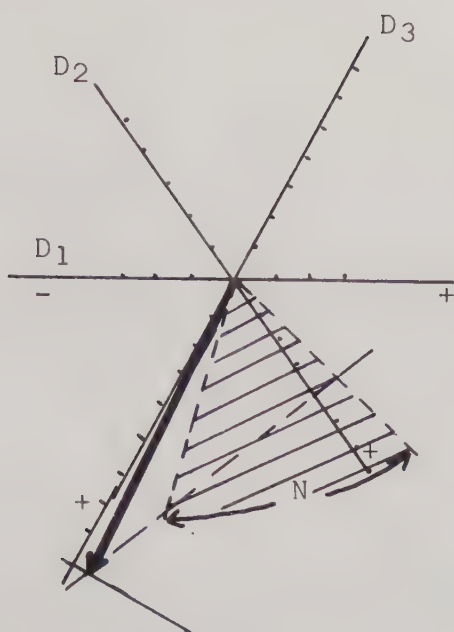
JANE, âgée de 18 mois vit à ISOLA 2000.

L'auscultation cardiaque du premier jour révèle une arythmie et les jours suivants cette chienne manifeste très peu d'entrain. Elle travaille bien, mais lentement et sans jamais forcer. Cependant, très attachée à son maître, elle n'hésite pas à la suivre quand celui-ci dévale des pistes de ski.

Rythme - fréquence 96 - Rythme sinusal. Morphologie en D₂

	P	QRS	ST
Temps	0,08	0,06	0,18
Direction	+ 0,5	+ 4	-
Amplitude	0,05	0,40	0,10
Forme	p	QR	T inversé

	Direct P	Amplit	Direct R	Amplit	Direct T	Amplit
D ₁	Indiscernable		+	0,30	-	0,03
D ₂	+	0,05	+	0,40	-	0,10
D ₃	Indiscernable		+	0,90	-	0,12



L'étude du tracé montre :

- une amplitude de QRS anormale - valeur habituelle
0,5 QRS 3 nV
valeur observée QRS = 0,4
- une légère déviation de l'axe électrique vers la droite.

Nous avons vu, dans la première partie, que l'acclimatement à l'altitude se traduit par une déviation de l'axe électrique vers la droite.

Nom du chien	N°	Adresse	Type d'habitat	Pathologie lère semaine	Traitement
IOURI	1	Chamonix	dehors-maison	Légère ophtalmie	Collyre
UNIL	2	Chamonix	dehors-chenil	R.A.S.	
UDO	3	Annecy	jardin-maison	Petite diarrhée	Gastropulgate N.D. Gastrodog
ROCK	4	Annecy	maison	R.A.S.	
WOLF	21	Méribel	dehors-maison	Légère ophtalmie	Collyre
ICARE	6	Vallorcine	dehors-maison	R.A.S.	
JANE	7	Isola 2000	dehors-maison	Diarrhée noire. 18, 19, 23	3 gastropulgate par jour 3 gastrodog par jour
L'KIDU	8	Chamonix	dehors-maison	méforme Appétit moyen.	
KAYE	9	La Clusaz	enclos-niche	R.A.S.	3 gastropulgate par jour
UPSAL	10	Oyonnax	maison	23, 24, 25 : diarrhée	
IWALKI	11	Oyonnax	garage	Très gros appétit. Légère conjonctivite	Collyre - Uveline N.D. 3 gastropulgate
REX	29	Flaine	dehors-maison	Diarrhée 21	
TITUS	14	Annecy	maison		6 gastrodog le 18
AGENT	15	Bourg St Maurice	Chenil armée	18 : diarrhée	
ULSANE	16	Champagnier			Pommade
MAC	17	Jausiers	Chenil armée	Méforme	
IRAK	20	Chamrousse	maison	faiblesse coussinets plan- taires A.D. "Gale" oreilles	3 gastrodog + levure 3 gastropulgate tous les jours Pansement
TEL	22	Italie		21, 22 : diarrhée	
JUGON	23	Lareins (64)	enclos-niche	Diarrhée	Gastropulgate, gastrodog Gastropulgate, gastrodog
BLACK	24	Annecy	maison-balcon		
BIRKEN	25	Entrèves		Bagarre avec JORK	E.C.G. Vitapaulia
JEF	26	Briançon		R.A.S.	
IAGO	27	Courmayeur (I)		19, 20 : diarrhée	
JEFF	28	Chamonix	maison-cour	18, 20 : diarrhée	
KAZAN	30	Valtornanche (I)		R.A.S.	
BIJOU	31	Lisarday (I)	maison-dehors	Méforme	
JORK	5	Chamonix	dehors-maison	Selles foncées, molles	

Alimentation du chenil : Riz très cuit + viande + lard + levure de boulanger.
Gruyère et sucres donnés sur le terrain.

Nom du chien	N°	Adresse	Pathologie 2ème semaine	Traitement	Etat de santé	Alimentation habituelle	Remarques
IOURI	1	Chamonix			Bon	Viande légumes riz	Chien mo- niteur
UNIL	2	Chamonix			Bon		Chien mo- niteur
UDO	3	Annecy			Bon	Viande, riz	Chien mo- niteur
ROCK	4	Annecy			Bon		Chien mo- niteur
WOLF	21	Méribel	Bagarre avec UDO : boi- terie		Bofterie		
ICARE	6	Vallorcine			Bon	500 g viande (frite, crue bouillie) + pâte + riz	
JANE	7	Isola 2000	Appétit ↗, selles ↗ forme ↗		satisfaisant	Viande crue + légumes crus - Peu riz	Tendance diarrhée chien 12 mois jeune
L'KIDU	8	Chamonix			Bon	250 g viande crue + Royal canin	10 mois
KAYE	9	La Clusaz			Bon	150 g viande + riz + lé- gumes 2 repas par jour	
UPSAL	10	Oyonnax			Bon	Viande crue, + riz + légumes	
IWALKI	11	Oyonnax	26, 27 : diarrhée	3 gastropulгите par jour	Fatigué +	Viande, + riz + alifloc	Chaleur 1 mois avan-
REX	29	Flaine	31 : diarrhée	maître a donné DIARKAN	Diarrhée	Viande + riz + légumes	
TITUS	14	Annecy	26 : diarrhée +++	Gastropulгите, Gastrodog	Fatigué +	Riz + viande (500 g)	
AGENT	15	Bourg St Maurice	Appétit ↗ - Conjonctivite	Uveline	Bon	Viande + riz	
ULSANE	16	Champagnier			R.A.S.	Viande crue + riz + lé- gumes + bouillon	
MAC	17	Jausiers			Fatigué +	Pâte + riz + ofte (vian- de 2 fois par semaine	
IRAK	20	Chamrousse	Crevasse antérieur droit		Bon	Viande + riz + légumes + Royal canin	Chien ba- garreur
TEL	22	Italie	Grattose - 26 : diarrhée	Vitabaulia - Gastrodog	Bon		
JUGON	23	Lareins (64)			Fatigué +	Flatizer : 800 g, une fois par jour	
BLACK	24	Annecy	Selles toujours molles Contracture lundi matin	3 gastropulгите	Fatigué ++	Viande ou poisson + riz + Royal canin	
BIRKEN	25	Entrèves	Conjonctivite. Bofterie +	Collyre	Bon	Riz + pâte + légumes + viande	
JEF	26	Briançon	R.A.S.		R.A.S.	Viande crue + pâte + lé- gumes	
IAGO	27	Courmayeur (I)	Myosite +++	E.C.G. + ADN-ATP corti- coïdes. Hépatorénal	Fatigué +++	Riz, pâtes, viande, légu- mes (2 fois par jour)	
JEFF	28	Chamonix				Royal canin + viande + riz	ne man- repas au chenil
KAZAN	30	Valtornanche (I)	R.A.S.		Bon	Riz, pâtes, viande, légu- mes	
BIJOU	31	Lisarday (I)	29, 30 : diarrhée. Forme ↗	Gastropulгите	Fatigué	Soupe + viande	
JORK	5	Chamonix	Diarrhée	Gastropulгите	Bon		ne mangepas au chenil

Vingt-huit chiens participèrent au stage 1976. Un dût abandonner, deux connurent une méforme réelle. Treize ont été traités par pansements intestinaux pour affection diarrhéique.

Nous avons choisi quinze chiens pour les dosages sanguins.

Il ressortait, dès la première visite vétérinaire, que des problèmes médicaux divers existaient chez un quart des chiens : deux troubles cardiaques, une diarrhée chronique, deux gales des oreilles, deux coupures et blessure, un risque de chaleur.

On peut remarquer que cette proportion correspond à celle observée lors d'expédition en montagne (Nouvelle Presse Médicale, 8 décembre 1973, 2, n° 44).

Les chiens n'ont pas perdu de poids sauf IAGO, mais plusieurs éprouvèrent une asthénie faible et certains même marquée à la fin du stage. De nombreux épisodes diarrhéiques cédant devant la thérapeutique affectèrent la majorité des chiens. Quelques-uns présentèrent de l'anorexie.

L'acclimatation à l'effort et au froid fut bonne, comme en témoignent les courbes de récupération thermique et cardiaque. On constata une accélération du rythme les jours les plus froids, sans modification de la température rectale, et comparativement plus marquée chez les jeunes chiens que chez les adultes.

La fréquence cardiaque augmente et diminue très rapidement lors d'efforts brefs, mais varie plus lentement lors d'exercices prolongés et soutenus, ce qui témoigne, malgré l'altitude, d'une parfaite adaptation du coeur aux besoins musculaires.

Les électrocardiogrammes des animaux, à la fin du stage, apparaissent normaux dans l'ensemble, sauf celui de IAGO, victime d'un accident musculaire.

Aucun tracé d'hypokaliémie ne fut remarqué.

On observe, après le deuxième jour d'entraînement

- une glycémie basse pour l'ensemble des chiens,
- une natrémie et une kaliémie sensiblement normales,
- une réserve alcaline basse qui peut s'expliquer par l'analyse retardée,
- une urée normale.

	Poids	Age	Sexe	Glycémie	Na	K	Urée	RA	Glycémie	RA	Glycémie	Na	K	RA
IOURI			♂											
UNIL		5 ans	♂	0,65	151	4,5	0,44	21		25				
UDO	40 kg	5 ans	♂	0,58	152	4,2	0,38	21	0,53		0,75	149	3,7	23
ROCK	46 kg	7 ans	♂	0,67	152	4,3	0,57	18		23	0,70	150	4	23
WOLF	27 kg		♂	0,57	153	4,7	0,49	21	0,50		0,75	149	3,7	23
ICARE	35 kg	10/73	♂	0,72	149	4,2	0,39	24			0,70	148	3,8	14
JANE	30 kg	12/73	♂	0,78	152	4,1	0,52	21	0,59	21		159	4,4	20
KIDU	30 kg	12/73	♀	0,60	150	4,4	0,45	10				151	4,2	16
KAYE	30 kg	1/75	♂	0,68	149	4,5	0,32	14				150	4,4	10
KAYE	36 kg	3/75	♂	0,72	153	4,1	0,36	24			0,71	152	4,2	23
UPSAL	32 kg	12/71	♂	0,69	153	4,4	0,54	26			0,63	147	4,6	22
IWALKI	36 kg	5/73	♀	0,70	149	4,1	0,33	21			0,69	148	4,2	22
REX	38 kg	10/74	♂	0,60			0,34	25			0,67			
IOLA	33 kg	10/73	♀		151	4,5	0,56	18				150	4,5	15
TITUS	44,5		♂	0,61	151	4,3	0,39	22			0,62	148	4,2	23
YAGO	31 kg		♂						0,67	24		155	4,6	QI
BIJOU	28 kg		♂											
MOYENNE :				0,66	151	3	0,43	20,4			0,69	150	4,2	19,5

29/1 - soir - LOGNAN

21/1 - matin

21/1 - 12 h.

19/1 - soir.

Le dernier jour, on note :

- pour l'ensemble des animaux une glycémie normale et une réserve alcaline encore faible (basse pour 2),
- une baisse relative de la natrémie et de la kaliémie non significative.

PRELEVEMENTS DES MATIERES FECALES.

L'examen de la pathologie digestive et oculaire des chiens d'avalanche montre que 13 animaux sur 27 sont atteints de diarrhées au cours du stage. Parmi eux :

- 4 chiens de montagne : BIJOU, JANE, JUGON, REX,
- 4 chiens de vallée : JORK, JEFF, IAGO, TEL,
- 4 chiens de plaine : UPSAL, IWALKI, TITUS, BLACK,
- 1 chien déjà breveté vivant à Annecy.

A l'examen du tableau de la page 89, nous pouvons souligner les faits suivants :

1. Les animaux malades se rencontrent aussi bien parmi les habitués de la vie en appartement que parmi les pensionnaires de chenil.
2. Il apparaît une certaine hétérogénéité dans l'alimentation distribuée par les propriétaires à cette population canine.
3. Tous les chiens ne sont pas malades simultanément : certains la première semaine, quelques-uns la deuxième alors que tous travaillent à LOGNAN, dans des conditions climatiques beaucoup plus dures.

Notre thérapeutique, lors d'incidents diarrhéiques, a comporté uniquement des pansements intestinaux. Aucuns signes généraux ni d'hyperthermie n'ont été notés.

1°) Etude du premier prélèvement : animaux à leur arrivée.

Voir tableau page 91.

- Aspect qualitatif :

L'analyse de la flore fécale de tous les chiens, à l'arrivée au stage, permet d'établir un profil moyen de la flore bactériologique qui est constituée par :

- . Escherichia coli
- . des Entérocoques
- . des anaérobies.

L'examen du tableau suivant montre, par ailleurs, l'isolement, dans quelques cas, de Lactobacilles (2), de Moraxella (1), d'Enterobacter (1) et Welchia (1).

	A E R O B I E S				ANAEROBIES		Lactobacille
	E. coli 1	E. coli 2 H ⁺	Enterobacter hafniae	Moraxella	Entérocoque	H ⁺	
IOURI	24.106	4.10 ⁶	8.10 ⁶		8.10 ⁵	3.10 ⁷	24.106
UNIL	4.106				72.108	10.106	
UDO	14.107				6.10 ⁷	24.106	
ROCK	17.105				12.10 ⁵	3.10 ⁴	
JORK	6.106				35.10 ⁷	10.106	
ICARE	12.106	12.10 ⁷			16.106	12.106	
JANE	68.106				14.10 ⁴	10.10 ⁷	
KIDCU	24.106	6.106			4.10 ⁸	3.10 ⁸	
KAYE	6.105				12.10 ⁵	10.106	
UPSAL	10.105				6.10 ⁸	4.10 ⁵	
IWALKI	48.106	10.106			58.10 ⁷	18.106	
TITUS					6.10 ⁸		
AGENT					8.10 ⁸		
ULSANE	54.10 ⁷				11.10 ⁸	5.10 ⁷	
MAC	2.10 ⁷			6.10 ⁶	2.10 ⁸	6.10 ⁶	
IRAK	14.105				4.10 ⁶	32.10 ⁶	
WOLF	16.106				13.10 ⁸	3.10 ⁷	
JUGON	24.106	4.10 ⁷			8.10 ⁷	12.106	
BLACK	22.106				20.10 ⁸	14.106	
BIRKEN	26.106				64.10 ⁷	36.10 ⁶	
JEF	1.10 ⁹				1.10 ⁹	NC	
AGO	15.10 ⁷				814.106		6.106
REX	24.10 ⁷				44.106	22.106	
KAZAN	44.106				12.10 ⁷	6.106	
BIJOU	2.10 ⁷	2.10 ⁷			7.10 ⁸		
IOLA							

- Aspect quantitatif :

L'étude statistique des concentrations de chaque germe nous donne comme moyenne :

E. coli, souche n° 1 (non hémolytique) : 4.10^7
E. coli, souche n° 2 (hémolytique) : 4.10^6
Entérocoques : 2.10^8
Anaérobies : 2.10^7
Lactobacilles : 10^7

2°) Etude du deuxième prélèvement : animaux sans épisodes diarrhéiques.

Voir tableau page 93.

- Aspect qualitatif.

Lors du deuxième prélèvement, à deux semaines, les mêmes espèces bactériennes sont identifiées chez la plupart des animaux et on note l'apparition de lactobacilles chez deux chiens.

Ainsi, la flore endogène demeure qualitativement inchangée malgré un bouleversement total des conditions d'environnement : alimentation, température extérieure, travail...

Aucun germe réputé pathogène n'a pu être isolé.

- Aspect quantitatif.

Les moyennes de chaque germe mis en évidence par la deuxième analyse sont :

E. coli : 4.10^7
Entérocoques : 31.10^8
Anaérobies : 1.10^7
Lactobacilles : $0,3.10^6$

L'interprétation statistique des différences entre les deux prélèvements ne révèle aucun écart significatif.

	A E R O B I E S					ANAEROBIES N ⁺	Lactobacille
	E. coli 1	E. coli 2 H ⁺	Enterobacter hafniae	Moraxella	Entérocoque		
IOURI	A) B)	4.106 2.107			8.10 ⁵ 6.10 ⁷	3.10 ⁷	12.10 ⁸
KIDDU	A) B)	68.10 ⁶ 78.10 ⁶			756.10 ⁶	3.10 ⁸ 2.10 ⁷	
KAYE	A) B)	24.10 ⁶			4.10 ⁸ 21.10 ⁵	3.10 ⁵	
ULSANE	A) B)	54.10 ⁷ 4.10 ⁶			8.10 ⁸ 2.10 ⁶	5.10 ⁷ 1.10 ⁷	
MAC	A) B)	5.10 ⁷ 5.10 ⁷		6.10 ⁶	1128.10 ⁶ 1128.10 ⁶	2.10 ⁶ 1.10 ⁷	6.10 ⁷
IRAK	A) B)	2.10 ⁷ 12.10 ⁶		6.10 ⁶	2.10 ⁸ 24.10 ⁵	32.10 ⁶ 4.10 ⁶	
WOLF	A) B)	14 10 ⁵ 18 10 ⁵			4.10 ⁶ 24.10 ⁵	3.10 ⁷ 16.10 ⁵	
JEF	A) B)	26.10 ⁶ 3.10 ⁶			64.10 ⁷ 1.10 ⁶	36.10 ⁶ 3.10 ⁷	

A prélèvement arrivée du stage

B prélèvement départ du stage

3°) Etude du deuxième et du troisième prélèvement : animaux

présentant des troubles intestinaux.

Voir tableau page 95.

L'étude comparée des 3 prélèvements de matières
fécales montre :

- la constance du profil bactérien moyen,
- lors des épisodes diarrhéiques :

- . L'apparition irrégulière d'un ou plusieurs germes
non encore observés : *Enterobacter haffniae*,
Klebsiella pneumoniae,
Citrobacter freundii,
Corynebactéries,
Bordetella bronchiseptica,
- . le développement d'*Escherichia coli*, souche 2,
- . la disparition de certaines espèces chez quelques
chiens : *E. coli* 1
Entérocoques.

Lors du troisième prélèvement, les derniers jours
du stage, les fèces ne sont plus diarrhéiques. Les espèces ap-
parues n'existent plus et nous retrouverons les germes disparus
E. coli 1, Entérocoque et le profil moyen du début de stage.

Les moyennes respectives des formes sont :

	2ème analyse	3ème analyse
<i>E. coli</i> 1	5.10^6	3.10^7
<i>E. coli</i> 2	3.10^8	
Entérocoques	2.10^8	3.10^7
Anaérobies	2.10^8	25.10^7

L'interprétation statistique signale que seule la
baisse de concentration d'*Escherichia coli*, au moment des diar-
rhées est significative.

Nous avons représenté sur des diagramme l'évolution
moyenne de la flore :

- chez tous les chiens, du début à la fin du stage,
- les animaux sans diarrhée (2 prélèvements),
- les animaux avec diarrhée (3 prélèvements).

	E coli 1	E coli 2	E Hafn	Morrax.	Entéroc.	Anaérob.	Lactobc.	K.pneum.	Citr.fr.	Coryneb.	Bord.Br.
JORK	18/1 20/1 30/1	17.10 ⁵	6.10 ⁶		35.10 ⁷ 12.10 ⁶ 926.10 ⁶	10.10 ⁶ 12.10 ⁵ 8.10 ⁶					
JANE	18/1 23/1 30/1	12.10 ⁶ 12.10 ⁶ 3.10 ⁷	12.10 ⁷ 14.10 ⁵		14.10 ⁴ 4.10 ⁷	10.10 ⁷ 14.10 ⁵ 5.10 ⁷		8.10 ⁵	7.10 ³		
UPSAL	18/1 23/1 30/1	6.10 ⁵ 5.10 ⁷ 24.10 ⁷	7.10 ⁴		12.10 ⁵ 5.10 ⁵ 24.10 ⁶	10.10 ⁵ 10.10 ⁴ 16.10 ⁶					
IWALKI	18/1 26/1 30/1	10.10 ⁵ 6.10 ⁶ 8.10 ⁵			6.10 ⁸ 70.10 ⁵ 3.10 ⁶	4.10 ⁵ 8.10 ⁶ 26.10 ⁶					
TITUS	18/1 26/1 30/1	48.10 ⁶ 5.10 ⁵	8.10 ⁶		58.10 ⁷ 11.10 ⁶	18.10 ⁶ 10.10 ⁵ 15.10 ²			40.10 ⁷		
JUGON	18/1 23/1 30/1	16.10 ⁶ 4.10 ⁶ 34.10 ⁶	8.10 ⁷		128.10 ⁷ 7.10 ⁵ 664.10 ⁶	12.10 ⁵ 18.10 ⁷ 102.10 ⁶		16.10 ⁶			
REX	18/1 26/1	15.10 ⁷			814.10 ⁶	4.10 ⁶	6.10 ⁶			4.10 ⁸	
BIJOU	18/1 30/1	44.10 ⁶ 1.10 ⁶			12.10 ⁷ 2.10 ⁶	6.10 ⁶ 3.10 ⁶					

E. coli n° 1
E. coli n° 2
Entérocoques
Anaérobies

A

E. coli n° 1
E. coli n° 2
Entérocoques
Anaérobies

B

E. coli n° 1
E. coli n° 2
Entérocoques
Anaérobies

C

E. coli n° 1
E. coli n° 2
Entérocoques
Anaérobies

A

E. coli n° 1
E. coli n° 2
Entérocoques
Anaérobies

B

E. coli n° 1
E. coli n° 2
Entérocoques
Anaérobies
Lactobacilles

A

E. coli n° 1
E. coli n° 2
Entérocoques
Anaérobies
Lactobacilles

B

Nom	n°	Adresse	Type d'habitat	Pathologie 1ère semaine	Pathologie 2ème semaine	Etat fin de stage
ROCK	1	Annecy	Maison chauffée	Légère diarrhée	Idem	Satisfaisant
DOLI	2	Cogne (I)	Maison + parc	Légère conjonctivite	R.A.S.	Satisfaisant
IRO	3	Bourg	Niche à 1000 m	Diarrhée. Br. Pn. Conjonctivite	Légère conjonctivite	Fatigue +
IROUN	5	Risoul	Maison	Diarrhée 2ème jour	Amélioration	Satisfaisant
WALCKY	6	Courchevel	Maison	Diarrhée 5ème jour. Conjonctiv.	Boiterie accusée pendant 10j	Fatigue ++
VOLVIC	7	Méribel	Maison	Bataille avec VIDOCQ	Perte appétit 3e jour	Satisfaisant
TRAC	8	Les 7 Laux	Niche + parc	Légère diarrhée. Conjonctivite	Légère conjonctivite	Fatigue ++
TONUS	9	Nantua	Maison + parc	Diarrhée légère	Petite diarrhée 1 jour	Très bon
IRAK	10	Nantua	Atelier non chauffé	Légère coupure le dimanche	Idem	Satisfaisant
JORAT	12	Nantua	Dehors	Légère conjonctivite	R.A.S.	Très bon
INGO	13	Flaine	Dans la vallée mais dehors	Légère conjonctivite	R.A.S.	Très bon
FLIC	15	Flaine	Dans un camion dehors	R.A.S.	R.A.S.	Très bon
ARTOUSTE (65)	16	Artouste (65)	Maison chauffée	Diarrhée. Repos bénéfique	R.A.S.	Satisfaisant
ROLPH	17	Grenoble		Fatiguée	Fatiguée	Fatiguée +++
THISBEE	18	Grenoble		Légère conjonctivite	R.A.S.	Satisfaisant
ROCKY	19	Gressoney		Diarrhée 2e j + conjonctivite	Conjonctivite + gale oreille	Fatigue +
VOLVIC 2	20	Annecy				
STAN	21					
LAMIC	22	Bourg St Maurice	Chenil (Armée)			
BINGO	23	Barcelonnette	Chenil (Armée)			
BALLAC	24	Barcelonnette	Chenil (Armée)			
CROC	25					
IRUS	26					
IGLOO	27	La Mongie	Dans un enclos	Légère conjonctivite	R.A.S.	Très bon
MARS	28	Annecy	Maison			
VIDAM	29	Annecy	Maison chauffée	Diarrhée. Repos bénéfique	R.A.S.	Satisfaisant
VIDOCK	30	Annecy	Maison chauffée	Diarrhée +++	Nette amélioration	Satisfaisant
UDO	31	Annecy	Maison chauffée	Diarrhée 6ème jour	Diarrhée en voie de guérison	
QUIDAM	32					

II - Résultats du stage 1975.

Sur 27 chiens stagiaires, 21 furent suivis attentivement. Parmi eux, 4 terminèrent le stage très fatigués, 1 connut une méforme réelle, tout au long du stage. VOLVIC, quoique boitant bas, n'a pas semblé handicapé dans son travail.

Pendant ces 15 jours, l'ensoleillement important déclencha des ophtalmies gênantes, plus ou moins persistantes selon la sensibilité des yeux du chien (VOLVIC 2).

L'examen des premiers prélèvements sanguins montre

- un nombre d'hématies compris entre 6 450 000 et 14 950 000 -
moyenne : 9 336 522.
- un nombre de leucocytes compris entre 6 400 et 17 280 -
moyenne : 12 914.
- Hématocrite : moyenne 51,4 %
- Glycémie : moyenne 0,801 g/l
- S.G.O.T. : moyenne 46,9 U.R.F. Valeurs extrêmes : 27 - 111.
- S.G.P.T. : moyenne 53,2 U.R.F. Valeurs extrêmes : 23 - 180.
- L.D.H. : moyenne 106,3 Valeurs extrêmes : 53 - 361.
- F.F.A. : Trout - Moyenne : 378,86 - Valeurs extrêmes : 225-450.
Duncombe - 302,39 - Valeurs extrêmes : 175-400.

Une semaine plus tard, nous constatons :

- une baisse du nombre d'hématies et de leucocytes, non significative à l'analyse statistique.
Hématies : 8 912 105.
Leucocytes : 10 825.
- une baisse de S.G.O.T. et de S.G.P.T. non significative
(45,9 - 47,6).
- une augmentation légère de la glycémie non significative (0,82).
- une augmentation de F.F.A. par la méthode de Trout : moyenne 384 - Diminution de F.F.A. par la méthode de Duncombe : 284.

PRELEVEMENTS DU 13 JANVIER 1975

[illegible]

PRELEVEMENTS DU 20 JANVIER 1975

Nom	Hématies	Leucocytes	Hématocrite	Glycémie	SGOT	SGPT	LDH
ROCK							
DOLI	5 020 000	8 280		0,67	42	48	
IRO	10 920 000	16 560	49	0,81	43	58	
IROUN	7 000 000	15 200	49	0,82	35	27	
WALCKY	7 290 000	10 240		0,79	49	44	
VOLVIC	7 690 000	16 680	55	0,99	70	46	
TRAC	11 350 000	13 760	54	0,64	52	60	
TONUS	8 910 000	14 640	49	0,73	52	73	
IACK	7 600 000	12 800	53	0,91	45	30	
JORAT							
INGO							
FLIC							
ROLPH	6 630 000	13 000	57	0,79	34	25	
THISBEE							
ROCKY	10 380 000	12 440	56	0,68	23	30	
VOLVIC	8 480 000	9 480	52	0,81	30	22	
STAN	8 530 000	6 120	43	1,00	30	34	
LAMIC	8 440 000	9 300	52	0,94	38	27	
BINGO	10 970 000	6 720	51	0,97	35	35	
BALLAC							
CROC	8 530 000	6 120	43	0,81	35	130	
IRUS							
IGLOO	10 590 000	11 200	50	0,94	38	32	
MARS					52		
VIDAM							
VIDOCQ	7 280 000	8 680	52	0,83	52	44	
UDO	12 360 000	7 680	49	0,78	49	42	
QUIDAM	11 360 000	6 600	53	0,71	62	98	

RESULTATS DOSAGES DES F.F.A.

Nom	Témoins avt stage 8/01		13 janvier 1975		20 janvier 1975		Témoins après	
	T	D	Trout	Duncombe	Trout	Duncombe		
ROCK			395	300	420	300		
DOLI			395	280	450	350		
IRO			225	175	500	300		
IROUN			395	400	450	320		
WALCKY				375	450	375		
VOLVIC 1			410	360	420	325		
TRAC			395	230	420	300		
TONUS			450	330	280	230		
IRAK			410	260	320	310		
JORAT			395	320				
INGO			450	400				
FLIC			450	360				
ROLPH			410	330	395	340		
THISBEE			410	320		250		
ROCKY			450	320				
VOLVIC 2			280	175	500	280		
STAN			280	210	320	200		
LAMIC			320	250	300	180		
BINGO			300	260	280	200		
BALLAC			320	280				
CROC			450	330	320	210		
IRUS			450	360				
IGLOO			295	330	320	250		
MARS	450	280						
VIDAM	320	260						
VIDOCQ	395	200			450	300	450	350
UDO	420	200			325	300	450	340
Moyenne			378,86	302,39	384,44	280		

C h a p i t r e V

DISCUSSION DES RESULTATS

I - Méthodologie.

On peut contester l'intérêt d'une telle étude poursuivie dans des conditions d'exposition modérée et intermittente à l'effort, au froid et à l'altitude. En effet, les entraînements et les exercices demandés étaient modestes et l'hypoxie moyenne. Il serait plus probant de tester les chiens avant et après de vastes prospections sur avalanches réelles en haute montagne.

Nous acceptons cette critique tout en relevant que notre but était d'observer comparativement le comportement d'animaux "semi-sédentaires" et "montagnards" au cours d'une période de formation psychologique et sportive. Si nous ne trouvions pas d'anomalies, nous aurions au moins testé une population témoin de référence pour des travaux ultérieurs.

A l'exception de IAGO, les chiens n'ont jamais atteint la limite de leurs forces, mais le hasard a voulu que la deuxième semaine, alors qu'ils étaient habitués à l'effort et à l'altitude, les conditions climatiques se détériorent et le milieu "neige poudreuse et froid" demande à leur organisme un nouveau type d'adaptation.

Certaines imprécisions ou erreurs existent probablement dans les informations recueillies.

1. Par exemple, l'appréciation de l'effort de prospection est très subjective, en particulier le chemin parcouru, le rythme de travail du chien, la dureté du sol neigeux, la plus ou moins grande difficulté de localisation du foyer des odeurs... A partir de telles données, on ne peut que noter le comportement du chien et interpréter avec réserve son éventuelle corrélation avec la variation thermique ou cardiaque. En 1975, le froid et un transport rapide jusqu'à l'Ecole Vétérinaire de Lyon facilitèrent une relativement bonne conservation du sang. En 1976, la proximité d'un laboratoire (MICHEL) permit aux prélèvements sanguins de rester intacts jusqu'à leur analyse. Les matières fécales ont été, par ailleurs, examinées par les services de Microbiologie de l'Ecole.
2. Le calcul exact des ingesta et boisson n'a pas été possible. On pense que les chiens ont absorbé environ 3 500 à 4 000 calories par jour. En diététique humaine, un alpiniste base son rationnement sur 4 500 calories par jour.

II - Commentaires sur les résultats.

1°) La perte de poids au cours d'un effort prolongé et intense relève de deux causes :

- la deshydratation et la perte des masses maigres et grasses. Les sujets ont été pesés le premier et le dernier jour du stage. L'absence d'amaigrissement observée chez la plupart des animaux montre que la ration alimentaire était suffisante pour l'effort demandé. Par ailleurs, IAGO, à la suite de son accident musculaire s'alimenta très peu les trois derniers jours et maigrit de deux kilos.

2°) La Déshydratation : toute augmentation de l'eau expirée lors de l'hyperventilation est compensée, en montagne comme ailleurs, par la production supplémentaire d'eau endogène liée à l'effort musculaire et à ses conséquences métaboliques qui sont : production accrue de CO_2 et H_2O , ainsi que de chaleur. D'après les tables de Buskirk, 2,500 l de boisson assurent une diurèse et une hydratation suffisante à un alpiniste pour une hivernale modérée. Mais il est certain que DESMAISON, dans la face nord des Grandes Jorasses en hiver, doit consommer 4 à 5 l. Si ces besoins hydriques n'étaient pas couverts, son exploit se solderait physiologiquement par une hyperazotémie.

On constate que l'azotémie des chiens est normale le deuxième jour du stage. Il est dommage que ce dosage n'ait pu être fait sur le prélèvement du dernier jour.

On voit, d'après les variations faibles de sodium et de potassium, que cette année les épisodes diarrhéiques affectent peu les chiens dans leur équilibre hydrique.

3°) La chute de la glycémie, le deuxième jour du stage 1976 :

- Elle correspond à l'épuisement des réserves glycogéniques sous l'action croissante des catécholamines avec l'altitude (KLAIN, 1972) et à l'utilisation instantanée du glucose circulant comme carburant en l'absence du stock suffisant dans les muscles. RODAHL a décrit ce phénomène qui a toujours incité à majorer la ration glucidique des sportifs surtout en période d'entraînement.

On peut noter que le taux de glycémie remonte en fin de stage 1975 et 1976 prouvant ainsi d'une part que le chien a reconstitué ses réserves, d'autre part que les apports alimentaires suffisent à ses besoins.

- Les valeurs basses observées chez UNIL et IOURI, chiens vivant à 2 000 mètres, sont à rapprocher des taux glycémiques faibles enregistrés chez les humains vivant en altitude (PICON, REATEGUI, 1972 - 1970 - CALDERON et LLENARA, 1965 - MONCLOA et coll., 1965) et chez le rat adapté à une altitude simulée (DAVIDSON, 1968 - FREMINET, 1974).

PICON REATEGUI (1962) ont invoqué la diminution de la production hématique pour expliquer cette réduction. FREMINET (1974) observe sur des rats adaptés à l'hypoxie chronique intermittente, non seulement une baisse de production mais

aussi une baisse d'utilisation du glucose peut-être due à la sensibilité accrue des tissus à l'insuline (DAVIDSON, 1968) ou bien à un mécanisme adaptatif spécial permettant de répondre à l'inhibition de la libération d'insuline lors d'hypoxie (BAUM, PORTE, 1972).

OU (1974) montre une réduction de l'activité des enzymes clefs de la glucogenèse au niveau hépatique et rapporte un phénomène compensatoire au niveau rénal chez des rats adaptés à l'altitude. La synthèse du glucose est donc diminuée dans le foie et augmentée dans le rein, ce qui aboutit à une diminution globale qui tendrait à expliquer la glycémie basse en altitude.

4°) Valeur faible de la réserve alcaline.

On peut penser que le premier dosage des bicarbonates plasmatiques effectué dans un délai plus bref aurait donné des résultats supérieurs. La différence alors entre le premier et le dernier dosage qui, lui, a été fait correctement aurait été plus nette.

Le dernier dosage montre cependant une valeur faible qu'on peut interpréter soit par :

- l'acclimatement : les habitants des hauts plateaux des Andes présentent une réserve alcaline basse. Jean REVOLIER (1952) considère cette valeur comme consécutive à l'adaptation à l'hypoxie moyenne,
- un processus métabolique : cette moyenne peut témoigner d'un début d'état d'acidose pathologique (?) d'origine cardio-pulmonaire ou alimentaire.

5°) Résultats hématologiques.

Comparées aux données fournies par certains auteurs, les valeurs hématologiques des chiens d'avalanche seraient normales, pour d'autres, on aurait une nette polyglobulie.

Pour GROULADE :	Hématies	Leucocytes
de 1 à 3 mois	4,9 millions	16 104
de 3 à 6 mois	5,2 millions	12 575
de 6 mois à 1 an	5,9 millions	11 441
de 1 à 3 ans	7,2 millions	8 256

Pour OSCAL SCHALM - Veterinary hematology :

Hématies : 5,5 à 8,5 millions	Moyenne : 6,8 millions
Leucocytes : 6 000 à 17 000	Moyenne : 12 000

Pour R.K. ARCHER - Haematological techniques for uses on animals :

Hématies : 4 à 8 millions Moyenne : 6 millions
Leucocytes : 8 000 à 14 000
Hématocrite : 38 < 45,5 < 53 ml/100 ml

Nous voyons que, chez le chien, le nombre d'hématies et de leucocytes est compris dans les limites larges ou étroites suivant les scientifiques et le pays où le sang fut étudié.

Philipp ALTMAN note, dans son livre : "Blood and other body fluids" (Biological Handbook) les effets de l'altitude chez les mammifères acclimatés :

le Mouton	Niveau de la mer	Altitude 4 700
Hématies	10,5 millions	12,5 millions
Hématocrite	35,3 %	50,2 %
le Lhama	Niveau de la mer	Altitude 2 800 5 300
Hématies	11,4 millions	12,3 millions 11 millions
Hématocrite	38,6 %	25,8 %
l'Homme		
Hématies	4,84 millions	5,38 millions 7,37 millions
Hématocrite	45 %	59 %

Nous voyons que le nombre de cellules sanguines augmente sous l'effet de l'altitude. D'après les résultats de 1975, il apparaît, pour les chiens d'avalanche, une nette polyglobulie dès le deuxième jour du stage. Il aurait été souhaitable d'avoir les valeurs hématologiques de ces chiens à basse altitude.

Le dosage de la concentration en hémoglobine du sang aurait fournit davantage de renseignements que l'examen de l'hématocrite réalisé plus ou moins correctement.

6°) Discussion des résultats S.G.O.T. et S.G.P.T.

Nous voyons que l'ensemble des résultats S.G.O.T. et S.G.P.T., L.D.H. est supérieur aux moyennes connues. Ceci s'explique par le dosage tardif d'un matériel enzymatique fragile.

Chez le chien, la demi-vie sérique de

L.D.H.	< 6 heures	γ = 105 minutes
S.G.P.T.	< 20 heures	149 minutes
S.G.O.T.	< 12 heures	263 minutes
C.P.K.	210 minutes	

Or le sang arriva aux laboratoires de l'Ecole Vétérinaire 12 heures après les prélèvements et fut analysé dans la

T A B L E D E S M A T I E R E S

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : <u>Données générales concernant la physiologie sportive du chien de montagne</u>	2
<u>Chapitre I - Physiologie de l'exercice musculaire</u>	3
I - Notions concernant l'énergétique musculaire	4
II - Processus aérobie - anaérobie	5
III - La circulation	9
IV - Substrats utilisés lors du travail musculaire	14
V - La régulation thermique au cours de l'exercice musculaire	18
<u>Chapitre II - Problèmes spécifiques liés à la montagne</u>	23
I - L'altitude	24
II - Le froid	29
<u>Chapitre III - Problèmes particuliers du chien d'avalanche</u>	33
I - Conditions de milieu - Neige et ensoleillement	34
II - Problèmes digestifs	37
DEUXIEME PARTIE : <u>Stages nationaux 1975-1976</u>	43
<u>Chapitre I - Choix des méthodes : animaux et conditions de vie au cours des stages</u>	45
I - Animaux	46
II - Conditions de vie	47
<u>Chapitre II - Protocole expérimental</u>	49
I - Paramètres étudiés	50
II - Conditions d'exams, prélèvements, analyse	57
<u>Chapitre III - Entraînements et exercices en montagne</u>	62
I - Entraînement	63
II - Exercices	73

<u>Chapitre IV - Résultats et analyse des résultats</u>	86
I - Résultats 1976	87
II - Résultats 1975	97
<u>Chapitre V - Discussion des résultats</u>	103
I - Méthodologie	104
II - Commentaires sur les résultats	104
CONCLUSION	112
BIBLIOGRAPHIE	115
TABLE DES MATIERES	120

51. RAYNAUD (J.), COUDERT (J.) et FREMINET (A.) - Dette d'O₂ en fonction de la puissance et de la durée de l'exercice en altitude et au niveau de la mer.
J. Physiol., Paris, 1969, 61, 382.
52. RENNIE et coll. Urine and plasma proteins in men at 5 400 m.
J. Appl. Physiol., 1972, 32, 369-373.
53. REYNAFARJE (B.) - Myoglobin content and enzymatic activity of muscle and altitude adaptation.
J. Appl. Phys., 1962, 17, 301-305.
54. RIVOLLIER (J.) - Expéditions françaises à l'Himalaya. Aspect Médical. Actualités scientifiques et industrielles, 1966, Ed. Hermann, Paris.
55. RODAHL (K.) et coll., Effects of Dietary protein on physical Work capacity during severe cold stress.
J. Appl. Physiol., 1962, 17, 763.
56. RULLIERT et PARODI (J.) - Laboratoire et diagnostic en médecine vétérinaire.
Vigot Frères, Ed. Paris, 1968.
57. RUSHMER (R.F.) - Regulation of the heart's function.
Circulation, 1960, 21, 744.
58. RUSHMER (R.F.) - Control of cardiac output in Tc Ruch and HD Patten (Eds). Physiology and biophysics, p. 644,
W.B. Saunders Compagny, Philadelphia, 1965.
59. RUSSEL (J.A.) et GOOK - Comparison of metabolic responses of rats to hypoxic stress produced by two methods.
Am. J. Physiol., 1968, 214, 1113-1116.
60. STENBERG (J.B.), EKBLOM et MESSIN (R.) - Hemodynamic responses to work at simulated altitude 4 000 m.
J. Appl. Physiol., 1966, 21, 1589-
61. TAYLOR - Training scientific bases and application.
CC Thomas Pub., 1972.
62. VERGNES - Le métabolisme énergétique myocardique chez le rat vivant en haute altitude. Etude expérimentale de l'adaptation moléculaire.
Thèse Doct. Etat Biol. Hum., n°1, Université Paul Sabatier, Toulouse.
63. WILLIAMS (C.E.), BREDELL, (G.A.), WINDHAM (C.H.) et coll.
Circulatory and metabolic reactions to work in heat.
J. Appl. Phys., 1962, 17, 625.

26. HILL (A.V.) - Living machinery.
Harcourt Brace and World Inc., New-York, 1927.
27. HOLLOSZY - Biochemical adaptation to exercise aerobic metabolism. Exercise sports.
Sci. Rev., 1973, 1, 45-71.
28. HOLM, BJORNTORP (P.) et SCHERSTEIN (T.) - Metabolic activity in rat skeletal muscle. Effect of intermittent hypoxia
Europ. J. Clin. Invest., 1973, 3, 279-283.
29. HURTADO - Animals in high altitude : resident man.
Handbook of physiology. Section 4. Adaptation to environment, ch. 54 P, 843-868, 1964.
30. IRVING (L.) - Adaptations to cold.
Sci. Am., 1966, 214, 1, 94.
31. ISSEKUTZ (B.) - Effect of lactic acid on free acids and glucose oxidation in dogs.
Am. J. Physiol., 1965, 209, 1137-1144.
32. ISSEKUTZ (B.), MILLER (H.I.), PAUL (P.) et RODAHL (K.) - Aerobic Work capacity and Plasma F.F.A. turn-over.
J. Appl. Physiol., 20-293, 1965.
33. KLAIN (S.J.) - Acute high altitude stress and enzymes activities in the rat adrenal medulla.
Endocrinology, 1972, 91, 1446-1449.
34. KEUL (I.), KEPPLER (D.) et DOLL (E.) - Standart bicarbonate pH lactate and pyruvate concentraticus during and after muscular exercise.
German Medical Monthly, 1967, 12, 156.
35. KJELLMER - Studies on exercise hyperemia.
Acta Physiol. Scand., 1965, 64, suppl. 244.
36. LIMONNE (G.) - Les chiens d'avalanche.
Thèse doct. vet., Lyon, 1975.
37. MAGER (M.), BLATT (W.F.) et NATALE (M.J.) - Effect of high altitude on lactic deshydrogenase isoenzymes of neonatal and adults rats.
Am. J. Physiol., 1968, 215, 8-13.
38. MINAIRE (Y.), PERNOD (A.), JOMAIN (M.J.) et MOTTAZ (M.) - Lactate turn-over and oxidation in normal and adrenal demullated dogs during cold exposure.
Can. J. Physiol. Pharmacol., 1971, 49, 12, 1063-1070.

39. MINAIRE (Y.) et coll. - Les combustibles de la thermogenèse de la lutte contre le froid.
Journal de Physiol., Tome 65, 1972, n° 3, 449, 450 A.
Association des physiologistes, 40e réunion de Besançon, 14-17 septembre 1972.
40. MINAIRE (Y.), PERNOD (A.), VINCENT (J.C.) et FALCQUET -
Comparison of carbohydrate utilisation in sunning and shivering dogs.
Horm. MetabL Res., 1973, 5, 80-83.
41. MINAIRE (Y.), VINCENT (J.C.), FALQUET et PERNOD (A.) - Energy supply in acute cold exposed dogs.
Joun. Appl. Phys., 1973, 35, n° 1.
42. MINAIRE (Y.) - Energétique de l'effort musculaire en ambiance froide.
Nouvelle Presse Med., 1974, 3, 15.
43. MONCLOA et coll. - Plasma catecholamines at high altitude.
J. Appl. Physiol., 1965, 20, 1329-1331.
44. MOREAU (H.) - L'alimentation.
Document INS, Mars 1969. Diététique n° 681 (D'après les Dr. CREFF et ANDRIVET).
45. NEWMAN (E.V.), DILL (D.B.), EDWARDS (H.T.) et WEBSTER (F.A.) -
The rate of lactic acid removal in exercise.
Am. J. Phys., 1937, 118, 457.
46. OU (L.C.) - Hepatic and renal glycogenesis in rats acclimatized to high altitude.
J. Appl. Physiol., 1974, 36, 303-307.
47. PAUL (P. et HOLMES (W.L.) - Free fatty acid metabolism during stress exercise acute cold exposure and anaphylactic chock.
Lipids, 1973, 8, 142-150.
48. PICON et REATEGUI (E.) - Studies on the metabolism of carbohydrates at sea level and at high altitude.
Metabolism, 1962, 11, 1148-1154.
49. PICON et REATEGUI (E.) et coll. - Blood glucose in high altitude natives and during acclimatization to altitude.
J. Appl. Phys., 1970, 29, 560-563.
50. POORTMANS - Adaptations biochimiques à l'entraînement : les enzymes tissulaires.
Kinanthropologia, 1972, 4, 3-21.

B I B L I O G R A P H I E

1. ANDERSON et BULLARD - Effect of high altitude on lactic des-hydrogenase isozymes and anoxic tolerance of the rat myocardium.
Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 138, 441-443, 1971.
2. ASTRAND (P.O.) et RODALM - Manuel de physiologie de l'exercice musculaire, traduit par J.R. LACOUR.
Masson et Cie, Paris, 1973.
3. BALDWIN (E.) - Dynamic aspects of biochemistry.
5th ed. Cambridge University Press, New-York, 1967.
4. BARBASHOVA - Cellular level of adaptation. Handbook of physiology section 4. Adaptation to the environment.
1964, ch. 4, p. 37-54.
5. BAUM et PORTE - A mechanism for regulation of insulin release in hypoxia.
Am. J. Physiol., 1972, 22, 696-699.
6. BORNSIDE (G.H.), WELSH (J.S.) et COHN (I.) -
J. Amer. Med. Ass., 1966, 196, 1125, 1127.
7. BORNSIDE (G.H.) et COHN (I.) -
J. Am. Dig. Dis., 1965, 10, 844-852.
8. CALDERON et LLENARA - Carbonhydrate metabolism in people living in chronic hypoxia.
Diabetes, 1965, 14, 100-105.
9. CARRAUD (A.) - Etude de la pression artérielle chez le cheval par une méthode d'enregistrement non sanglante.
Thèse Doct. Vet., Lyon, 1971.
10. CHRISTENSEN (E.M.) - Beiträge zur Physiologie schwerer Körperlichen Arbeit Die Körper temperatur während und unmittelbar nach schwerer.
Körperlicher Arbeit Arbeits physiol., 4, 154, 1931.
11. CLAPPER (W.E.) and MEADE (G.H.) -
J. Bact., 1963, 85, 643-648.
12. COHN (I.) et BORNSIDE (G.H.) -
J. Am. Dig. Dis., 1965, 10, 873-882.
13. COLLET (M.) - Les principaux troubles du rythme cardiaque chez le chien.
An. de Compagnie, CNVSPA, Nov. Dec., 1975, 411-485.

14. CONSTANS et coll. - Etude comparative de divers paramètres biologiques chez les populations amérindiennes vivant en altitude puis transplantées en basse terre.
C.R. Acad. Sc., paris, 1972, 274, 1832-1834.
15. COUDERT (J.) et coll. - Les réponses circulatoires provoquées par le séjour permanent ou passager en altitude. Définitions et analyse biologique des populations américaines. Etude de leur environnement. Résultats de la RCP 87.
CNRS, Dir. Pr. RUFFIE, Quilici Ed. Centre d'Hématologie, CHU Purpan, 31, Toulouse, 1973.
16. DAVIDSON - In vitro carbohydrate metabolism in the rat after chronic exposure to hypoxia.
J. App. Physiol., 1968, 25, 105-107.
17. Exercise Physiology Edited by Harold B. Falls. Academic Press New-York and London, 1968.
18. Enzymologie médicale vétérinaire. Laboratoire de Physique et Chimie biologiques et médicales. Ecole Nationale de Toulouse, 1976.
19. FREMINET (A.) - Etude dynamique du métabolisme du lactate chez le rat.
Thèse De Doctorat en Sciences Naturelles, Orsay, 1974.
20. FORICHON et MINAIRE (Y.) - Adrénaline - Métabolisme du glucose - Exposition au froid.
J. Physiol. Paris, 1974, 69, 248 A.
21. FLANDROIS (R.) et LE FRANCOIS (R.) - Comparaison de plusieurs grandeurs ventilatoires dans deux types d'exercices musculaires.
Biotypologie, 1961, 22, 66.
22. GARRONE (J.M.) - Technologie et surveillance comparées de l'entraînement à la course de l'homme et du cheval.
Thèse de Doct. Med., U.Cl. Bernard, Lyon, 1974.
23. GRANDJEAN (J.) - Adaptation de l'organisme humain à la montagne
Schw. Med. Wscht., 1949, 78, 23, 515-518.
24. HAMM (C.A.) - L'entraînement du cheval de sport. Etude cardiovasculaire et hématologique.
Thèse Doct. Vet., Lyon, 1972.
25. HARRIS (P.), CASTILLO (Y.) et GIBSON (K.) - Succinic and lactic deshydrogenase activity in myocardial homogenates from animals at high and low altitude.
J. Mol. Cell. Cardiol., 1970, 1, 189-193.

- . Les analyses de matières fécales ont mis en lumière un déséquilibre dans la flore au moment des épisodes diarrhéiques. Une population microbienne (*E. coli*) disparaît en partie et d'autres germes apparaissent. L'étiologie de ces perturbations semble résider dans une variation de milieu intestinal (pH, sécrétions) consécutive à un "stress" alimentaire, nerveux ou thermique. Il serait intéressant de tester parallèlement les fonctions hépatiques et pancréatiques.

Pour les besoins de la méthodologie, il n'est pas concevable d'inviter les maître-chiens à faire des hivernales avec leurs compagnons, sous notre surveillance, mais nous souhaitons poursuivre ultérieurement nos expérimentations dans le cadre existant.

Nous espérons ainsi, grâce aux renseignements accumulés que nous pourrons, un jour, mieux estimer la condition physique des chiens d'avalanche et améliorer, peut-être, "leurs performances" dont dépend quelquefois la vie d'un homme.

Vu :

LE DIRECTEUR

de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon,

[Signature]

LE PROFESSEUR RESPONSABLE

de l'École Nationale Vétérinaire,

[Signature]

Vu :

~~LE DOYEN~~

Le Président de l'Université

[Signature]
GERMAIN

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,

[Signature]

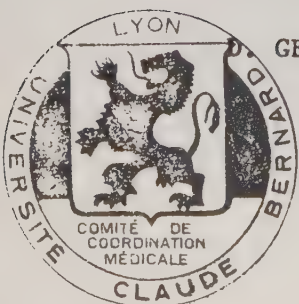
Vu et permis d'imprimer

LYON, le

1 JUIN 1976

19

~~LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ~~



Nous espérons, au terme de ce travail, avoir réussi à montrer l'intérêt d'une surveillance médicale des chiens d'avalanche alors que, jusqu'à ce jour, la physiologie sportive en altitude réelle a surtout été étudiée chez l'homme et un peu chez le cheval (MEXICO).

L'apprentissage de la recherche en avalanche demande aux chiens, pendant 15 jours, des efforts certes modestes mais cependant répétés et inhabituels dans des conditions d'hypoxie moyenne à basse température.

Après avoir rappelé, dans un premier temps, les notions essentielles de physiologie sportive et d'adaptation à la montagne, nous avons été amené à évoquer les problèmes particuliers aux chiens d'avalanche. Puis, dans un deuxième temps, nous avons tenté d'exercer une surveillance fonctionnelle et biologique sur des sujets confiés à nos soins, lors des stages effectués à Chamonix en 1975 et 1976.

Notre double objectif a été, d'une part de soumettre une population canine à un certain nombre de tests, d'autre part de mettre en évidence l'adaptation du chien ainsi que les variations physio-pathologiques, consécutives à son acclimatement :

- . la fréquence cardiaque, paramètre classique et de mesure aisée, fournit de bons renseignements dans une première appréciation de l'adaptation à l'effort et à l'altitude.
- . L'électrocardiographie révèle, chez un chien acclimaté, une déviation de l'axe électrique vers la droite et une variation anormale chez un sujet fatigué. En outre, les tracés peuvent, dans une certaine mesure, guider l'entraînement mais il faut se garder de leur donner une interprétation dogmatique.
- . Les examens hématologiques aboutissent à des résultats comparables à ceux obtenus chez les alpinistes.
- . Les paramètres biochimiques (glucose, A.G.N.E.) apportent des éléments de surveillance d'entraînement (condition physique - alimentation). Cependant, quelques glycémie et l'analyse des bicarbonates plasmatiques révèlent une similitude d'acclimatement entre certains chiens et les habitants des hauts plateaux des Andes.
Les dosages d'acide lactique et de pyruvate, quoiqu'intéressants, exigent des conditions de prélèvements difficilement réalisables à 2 000 mètres.
- . Les mesures de l'activité enzymatique n'ont pas donné les résultats escomptés eu égard aux conditions indépendantes de notre volonté, dans lesquelles elles ont été faites, mais il semble que, dans l'avenir, elles peuvent ouvrir un immense champ d'exploration.

C o n c l u s i o n

La congélation a été nécessaire pour répartir sur plusieurs semaines les analyses des 24 prélèvements de fèces arrivés simultanément. Des espèces microbiennes thermosensibles ou à vie courte ont très certainement disparu.

En raison de difficultés techniques expliquées précédemment, tous les germes n'ont pu être recherchés en particulier les anaérobies gram négatif oxygène-sensibles et par conséquent, la flore étudiée ne représente qu'une partie de la flore intestinale. On sait, par ailleurs que l'analyse de la flore fécale ne peut donner qu'une image de la flore digestive et en est le reflet qualitatif et relatif.

2. Résultats.

Les travaux sur la constitution de la flore bactérienne digestive sont nombreux. Ils ne permettent pas encore de la connaître parfaitement et totalement. Cependant, les espèces trouvées dans les fèces des chiens d'avalanche constituent une partie de la flore dominante étudiée dans l'ensemble du tractus digestif par DUCLUZEAU d'une part et COHN et BORNSIDE d'autre part.

En accord avec ces auteurs, on constate que le microbisme digestif des chiens, quel que soit l'âge et la provenance des animaux, présente un profil commun composé d'une flore autochtone endogène fixe, (*E. coli*, Entérocoque, Anaérobie) complétée, pour certains, d'une petite flore variable dépendante de l'environnement.

Lors des épisodes diarrhéiques, il apparaît un déséquilibre quantitatif net pour une espèce de germe qui diminue (*E. coli*). D'autres variétés microbiennes deviennent alors suffisamment importantes pour être remarquées et dénombrées dans les matières fécales (*Klebsiella*, *Citrobacter*, *Corynebactérie*...)

Il semblerait que, chez les animaux qui pendant le stage n'ont pas présenté de syndrome diarrhéique (animaux "sains"), l'effet de barrière de l'écosystème digestif a joué son rôle de défense malgré les différentes agressions (d'ordre alimentaire, physique...) subis par les animaux puisque la flore est restée constante tant sur le plan qualitatif que quantitatif.

Or chez les animaux malades, on ne constate pas de variations importantes dans le profil moyen de cette flore, mis à part l'apparition de certaines espèces bactériennes réputées habituellement comme non ou peu pathogènes, lors des épisodes diarrhéiques. Aucun germe pathogène habituellement reconnu pour provoquer des diarrhées enzootiques n'a été isolé dans l'effectif sous contrôle.

Par suite, il apparaît possible d'éliminer une cause bactérienne comme étant à l'origine de ces diarrhées. En revanche, leur apparition pourrait être imputable au stress subi par ces chiens au psychisme particulièrement développé et placés brutalement dans des conditions de vie nouvelle. Il semble que les stress "alimentaire" et "changement de milieu" soient responsables des épisodes diarrhéiques de la première semaine, alors que l'agression thermique particulièrement forte à partir du 24 janvier soit à l'origine des diarrhées de la deuxième semaine.

journée, c'est-à-dire 12 heures au moins après les prises de sang.
Les valeurs normales, exprimées en unités Reitman Frankel :

S.G.O.T. = 40 - 50

S.G.P.T. = 35 - 50

ou en unités internationales :

S.G.O.T. = 7 à 85 U.

S.G.P.T. = 4 à 36 U.

L.D.H. = 3 à 20 U.

On peut exprimer l'intérêt clinique des dosages par le tableau suivant :

Dosage enzymatique	Variation	Affection
S.G.O.T.		Hépatites
S.G.P.T.		Hépatites
Dosage couplé S.G.O.T. S.G.P.T.	SGOT ET SGPT N	Affection musculaire
C.P.K. spécifique du muscle		Enzyme de choix pour la surveillance de l'état musculaire des animaux de sport
L.D.H.		Affections du coeur
L.D.H. ₄ et L.D.H. ₅ (isoenzymes de L.D.H.)		Surveillance du muscle squelettique

Dans le cas de IAGO, il aurait été intéressant de tester conjointement les fonctions hépatiques, cardiaques et musculaires.

De plus, il aurait été intéressant de rapprocher les dosages glycémiques de IOURI et UNIC des résultats des analyses enzymatiques.

En effet, la myoglobine et différents systèmes d'oxydo-réduction sont augmentés dans les muscles des natifs de l'altitude (REYNAFARJE, 1973). La L.D.H. augmente (MAGER et coll., 1968 - HARRIS et coll., 1970), diminue (VERGNES, 1973) ou ne varie pas (REYNAFARJE, 1962 - CRYER et BARTEY, 1973). Souvent seule, la L.D.H.₄ présente une modification (ANDERSON et BULLARD, 1971).

WHITTEN et coll. (1970) note, chez les résidents en altitude, une augmentation des transaminases alliée à une élévation d'excrétion azotée (RUSSEL et FOOK, 1968) et un taux élevé d'acide urique. Ces faits démontrent un métabolisme protidique particulier chez les habitants des hauts plateaux. Qu'en est-il chez le chien adapté à la montagne ?

7°) Dosage des F.F.A.

La méthode de Trout dose tous les acides organiques sauf l'acide lactique. Il n'est pas étonnant, donc, que les résultats s'étalent dans un large intervalle.

La méthode de Duncombe, colorimétrique, est plus spécifique des acides gras non estérifiés.

La différence enregistrée entre les deux prélèvements au cours du stage n'apparaît pas significative à l'examen statistique. Cela révèle soit :

- que l'activité musculaire n'était pas suffisante pour entraîner une modification dans la mobilisation des F.F.A. à partir du tissu adipeux,
- que la mobilisation fut inhibée par l'acide lactique produit en excès lors d'efforts prolongés.

8°) Discussion des résultats des analyses des matières fécales.

1. Méthodologie.

A propos des renseignements fournis par les propriétaires, il nous fut difficile d'obtenir des précisions sur la quantité, le poids des aliments habituellement ingérés par le chien, chez lui. De même au chenil, le repas était apporté dans plusieurs récipients ; le maître composait la patée dans la gamelle. Aussi des animaux peu habitués au riz ne mangeaient que la viande et, malgré une information diététique et des conseils précis, il s'avéra difficile d'obliger un maître à donner moins de viande à son chien pour que celui-ci affamé consente à absorber du riz. Aussi, si la quantité de viande et de riz était calculée pour trente chiens, la ration de chaque animal n'était pas rigoureusement contrôlée.

Les Bergers allemands, chiens d'avalanche, ne sont pas des animaux de laboratoire. Il est difficile de prélever des matières fécales liquides sur un terrain avalancheux quand le chien est à une distance de 30 ou 40 mètres de son propriétaire. En raison, par ailleurs, du nombre élevé de chiens répartis sur un grand territoire de travail, de la variété des affections auxquelles nous devons remédier, et des examens que nous voulions faire, nous n'avons pu effectuer un quatrième prélèvement le jour où cessait la diarrhée pour contrôler l'action de la thérapeutique.

